



Jęczmień — odmiany botaniczne

Fot. Jerzy H. Czembor

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 237/238/2005



Jęczmień — odmiany botaniczne. Fot. Jerzy H. Czembor

RADZIKÓW 2005
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitet Redakcyjny:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
JAN BOJANOWSKI, SŁAWOMIR PROŃCZUK, MARIA RAKOWSKA,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, JERZY SZYRMER,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Wydanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o



Krajowa Nagroda Naukowa z Zakresu Genetyki Roślin im. Stefana Barbackiego

2005

Rada Naukowa Instytutu Genetyki Roślin PAN w Poznaniu ustanowiła Krajową Nagrodę Naukową z Zakresu Genetyki Roślin im. Stefana Barbackiego.

Ideą nagrody jest wyróżnianie młodych naukowców zajmujących się genetyką roślin i promowanie osiągnięć będących rezultatem badań prowadzonych w warunkach krajowych laboratoriów.

Nagroda przyznawana jest od 1994 roku corocznie, przez Kapitułę Nagrody, za oryginalne prace badawcze udokumentowane publikacją w krajowym lub zagranicznym czasopiśmie w okresie ostatnich trzech lat, dotychczas nienagradzane.

W roku 2005 Kapituła przyznała nagrodę

II stopnia — dr inż. EWIE GRZEBELUS

(Katedra Genetyki, Hodowli i Nasiennictwa Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie)

za: **"Badania nad podwajaniem genomu cebuli w kulturach *In vitro* gynogenicznych zarodków"**

Sponsorami funduszu nagród byli: Poznańska Hodowla Roślin Tulce, „Spójnia” Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze Nochowo, Hodowla Roślin „Danko” Sp. z o.o., Hodowla Roślin Szelejowo Sp. z o.o., Hodowla Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc”, Kobierzycze.

ANDRZEJ WOŹNIAK**DARIUSZ GONTARZ**Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna*

The influence of different participation of winter wheat in crop rotation and agrotechnical level on the quality of grain

W badaniach przedstawiono kształtowanie się wyróżników jakości ziarna pszenicy ozimej w zależności od jej udziału w zmianowaniu i poziomu agrotechniki. Wykazano, że przebieg warunków pogodowych w latach badań istotnie różnicował cechy technologiczne ziarna pszenicy ozimej, tj. zawartość białka ogółem, glutenu mokrego, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, liczbę opadania oraz gęstość i wyrównanie ziarna. Z badanych czynników doświadczenia większy wpływ na cechy technologiczne ziarna wywarł poziom agrotechniki niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu. Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał zawartość białka ogółem i glutenu mokrego oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego w ziarnie pszenicy ozimej, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

Słowa kluczowe: cechy technologiczne ziarna, poziom agrotechniki, pszenica ozima, zmianowanie

An experiment was conducted with rotation systems for winter wheat at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2003–2004. It was set in the randomized blocks design with four replications, on plots 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportion of winter wheat (25, 50, 75, 100%) and two agrotechnical level: minimized (nitrogen 90 kg·ha⁻¹, harrowing) and intensive (nitrogen 140 kg·ha⁻¹, harrowing, herbicides, fungicides). The minimized agrotechnical level decreased content of total protein in grain, wet gluten and sedimentation value in relation to the intensive agrotechnical level.

Key words: agrotechnical level, crop rotation, winter wheat, quality of grain

* Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2003–2006 jako projekt badawczy

WSTĘP

Ziarno pszenicy wykorzystywane na cele przemysłu młynarskiego i piekarskiego powinno mieć wysoką wartość technologiczną, która zależy od odmiany, warunków siedliska i agrotechniki. Odmiany chlebowe i jakościowe w porównaniu do ogólnoużytkowych wyróżniają się wyższą zawartością białka i glutenu, wartością wskaźnika sedymentacji oraz wysoką liczbą opadania. Ważnymi cechami technologicznymi są także gęstość i wyrównanie ziarna, zawartość popiołu, a także właściwości przemiałowe i wypiekowe (Rozbicki, 1999; Klockiewicz-Kamińska i Brzeziński, 1997).

Istotny wpływ na jakość technologiczną ziarna ma nawożenie azotem oraz termin i sposób jego stosowania (Cacak-Pietrzak i in., 1999; Budzyński i in., 2004; Chrzanowska-Drożdż i in., 2004; Nowak i in., 2004). Duże ilości azotu zwiększają plon ziarna oraz zawartość białka w ziarnie, ale jednocześnie obniżają jego jakość (Wooding i in., 2000; Vereijken i in., 2000; Johansson i in., 2001). Zdaniem Achremowicza i wsp. (1995) oraz Dziki i Laskowskiego (2002) wysokie dawki azotu, zwłaszcza stosowane w późnych fazach rozwojowych pszenicy zwiększają udział niskocząsteczkowej gliadyny w białku, w wyniku tego pogarszają się właściwości glutenu. Z badań Biskupskiego i Grabskiego (1979) oraz Stankowskiego i wsp. (2004) wynika, że wysokie dawki azotu w przypadku niektórych odmian poprawiają jakość glutenu, natomiast innych przeciwnie, obniżają ją. Można sądzić, że jest to wynikiem interakcji między odmianami a warunkami siedliskowymi i agrotechnicznymi, które wpływają na cechy fizyczne ziarna i relacje ilościowe w jego składzie chemicznym (Budzyński i in., 2004). Na jakość ziarna wpływają także środki ochrony roślin oraz dobór przedplonów. Klimont i Osińska (2004) wykazali, że herbicydy z grupy regulatorów wzrostu (2,4-D, MCPA) stosowane w pszenicy ozimej zwiększają zawartość białka i glutenu w ziarnie. Z badań Woźniaka (2003, 2004) oraz Woźniaka i Gontarza (2003) wynika, że w ziarnie pszenicy jarej wysiewanej przez 3 lata po sobie było istotnie mniej białka i glutenu mokrego niż po grochu i ziemniaku. W stanowisku tym zmniejszyła się również wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna.

Celem prowadzonych badań była ocena cech technologicznych ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach zróżnicowanego jej udziału w zmianowaniu i poziomu agrotechniki.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie płodozmianowe założono w 1997 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie na rędzinie mieszanej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczonej do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Prezentowane w pracy wyniki pochodzą z lat 2003–2004. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał następujące czynniki:

I. Zmianowania z udziałem pszenicy ozimej:

- A — 25% pszenicy (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenica),
- B — 50% pszenicy (ziemniak — pszenica jara — groch siewny — pszenica),
- C — 75% pszenicy (ziemniak — pszenica — pszenica — pszenica),
- D — 100% pszenicy (monokultura).

II. Poziom agrotechniki:

- a — zminimalizowany,
- b — intensywny.

W zminimalizowanym poziomie agrotechniki stosowano nawożenie azotem w ilości $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 3 terminach: $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ przed siewem, $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną w fazie krzewienia oraz $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na początku kłoszenia. Zabiegi pielęgnacyjne ograniczono jedynie do bronowania zasiewów w fazie krzewienia.

W intensywnym poziomie agrotechniki stosowano nawożenie azotem w ilości $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w trzech terminach: przed siewem $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, wiosną w fazie krzewienia $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz na początku kłoszenia $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zabiegi pielęgnacyjne w pszenicy polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyleganiem. Do niszczenia chwastów jednoliściennych i dwuliściennych stosowano Pumę Super 069 EW (fenoxaprop-P-etylu) — $1 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ wiosną po rozpoczęciu wegetacji oraz Aminopielik Max 570 SL (2,4 D + mekoprop-P) — $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie krzewienia. Do ochrony pszenicy przed wyleganiem użyto na początku strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL (chlorek chloromekwatu) w ilości $2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano w fazie strzelania w źdźbło fungicyd Alert 375 SC (flusilazol + karbendazym) — $1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, zaś przeciw chorobom liści i kłosa, w fazie kłoszenia, Tilt CB 37,5 WP (propikonazol + karbendazym) — $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przed siewem ziarno zaprawiono preparatem Raxil 02 DS (tebukonazol).

Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy ozimej, odmiany Korweta, przeprowadzono w trzeciej dekadzie września, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m^2 . Nawożenie fosforowe ($60 \text{ kg P}_2\text{O}_5$) i potasowe ($100 \text{ kg K}_2\text{O}$ na 1 ha) stosowano przed wykonaniem orki siewnej. Zbiór pszenicy ozimej wykonano w pierwszej dekadzie sierpnia.

W pracy przedstawiono cechy jakościowe ziarna: zawartość białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna ($\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek $2,5 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ do masy przesianego ziarna wyrażona w%). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacyjny wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, zaś liczbę opadania PN-ISO3093. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a różnice między średnimi obiektowymi oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań, zwłaszcza w zakresie opadów atmosferycznych różnicował cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Wysoka temperatura i umiarkowane opady w czerwcu i lipcu 2003 roku, sprzyjały większej zawartości białka i glutenu w ziarnie, a także wyższej wartości wskaźnika sedymentacji

Zeleny'ego, w stosunku do wilgotniejszego i chłodniejszego sezonu wegetacyjnego 2004 roku.

WYNIKI

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej kształtowała się odmiennie w latach badań oraz w zależności od poziomu agrotechniki (tab. 1). Niższe sumy opadów oraz wyższe temperatury powietrza w sezonie wegetacyjnym 2003 roku sprzyjały większemu gromadzeniu białka w ziarnie pszenicy niż w 2004 roku.

Tabela 1

Zawartość białka ogółem w % (w s.m.) w ziarnie pszenicy ozimej
Total protein content in % (of d.m.) in grain of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	13,9	14,3	14,1	11,7	12,4	12,0	12,8	13,4	13,1
B — 50%	14,0	14,8	14,4	12,2	13,4	12,8	13,1	14,1	13,6
C — 75%	13,4	13,9	13,7	12,2	12,8	12,5	12,8	13,4	13,1
D — 100%	13,9	13,8	13,8	12,0	12,8	12,4	12,9	13,3	13,1
Średnio Mean	13,8	14,2	14,0	12,0	12,8	12,4	12,9	13,5	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 0,6

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical level 0,6

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 1,1

* Poziom zminimalizowany; Minimized level

** Poziom intensywny; Intensive level

Tabela 2

Zawartość glutenu mokrego (%) w ziarnie pszenicy ozimej
Content of wet gluten (%) in grain of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	33,8	33,0	33,4	25,1	27,8	26,4	29,5	30,4	29,9
B — 50%	35,4	36,6	36,0	26,8	31,9	29,3	31,1	34,3	32,7
C — 75%	32,5	34,4	33,5	26,7	29,1	27,9	29,6	31,8	30,7
D — 100%	35,4	35,9	35,6	26,2	29,3	27,7	30,8	32,6	31,7
Średnio Mean	34,3	35,0	34,6	26,2	29,5	27,8	30,2	32,2	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 1,8

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical level 1,8

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 3,4

Intensywny poziom agrotechniki, w stosunku do poziomu zminimalizowanego zwiększał o 0,6% zawartość białka w ziarnie. Także zmianowanie z 50% udziałem

pszenicy zwiększało zawartość białka w ziarnie w odniesieniu do pozostałych obiektów. Podobnie kształtowała się zawartość glutenu mokrego w ziarnie. Ilość jego zależała od warunków pogodowych w okresie wegetacji oraz poziomu agrotechniki (tab. 2). W 2003 roku była ona o 6,8% wyższa niż w 2004 roku. Również na obiektach intensywnie nawożonych i chemicznie pielęgnowanych zawartość glutenu w ziarnie była o 2,0% większa niż na obiektach ze zminimalizowanym poziomem agrotechniki.

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego modyfikowały warunki pogodowe, udział pszenicy w zmianowaniu oraz poziom agrotechniki (tab. 3). Wartość wskaźnika w 2003 roku była istotnie większa niż w 2004 roku. Również zmianowanie z 50% udziałem pszenicy istotnie zwiększało jego wartość, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i C (75% pszenicy). Intensywny poziom agrotechniki powodował wzrost wartości wskaźnika sedymentacji (z 39,5 do 44,9 ml), w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

Tabela 3

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego (ml) pszenicy ozimej
Sedimentation value (ml) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	42,0	43,3	42,6	33,5	43,8	38,6	37,8	43,5	40,6
B — 50%	46,0	49,2	47,6	35,8	49,9	42,8	40,9	49,6	45,2
C — 75%	40,2	41,7	40,9	35,3	42,1	38,7	37,8	41,9	39,8
D — 100%	45,8	44,1	44,9	37,2	44,9	41,1	41,5	44,5	43,0
Średnio Mean	43,5	44,6	44,0	35,4	45,2	40,3	39,5	44,9	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 2,2

Pomiędzy zmianowaniami — Among crop rotations 4,2

Pomiędzy poziomem agrotechniki — Between agrotechnical levels 2,2

Lata × zmianowanie — Years × crop rotations 4,6

Lata × poziomem agrotechniki — Years × agrotechnical levels 3,7

Tabela 4

Liczba opadania (w sekundach) pszenicy ozimej
Falling number (in seconds) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	354	382	368	271	274	272	312	328	320
B — 50%	375	388	381	305	312	309	340	350	345
C — 75%	359	373	366	289	326	308	324	350	337
D — 100%	383	382	383	287	321	304	335	352	343
Średnio Mean	368	381	375	288	308	298	328	345	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — Between years 60

Liczba opadania różnicowała się jedynie pod wpływem warunków pogodowych (tab. 4). Mniej korzystnie na tę cechę wpływały nadmierne opady w lipcu 2004 roku niż w bardziej suchym i cieplejszym okresie wegetacyjnym 2003 roku. Podobnie gęstość ziarna różnicowały jedynie warunki pogodowe w latach badań (tab. 5). Także wyrównanie ziarna zależało istotnie od lat badań, ale dla tej cechy większa wartość stwierdzono w 2004 roku niż 2003 r. (tab. 6).

Tabela 5

Gęstość ziarna ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) w pszenicy ozimej
Test weight ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio Mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	80,3	80,1	80,2	76,8	77,5	77,1	78,5	78,8	78,7
B — 50%	80,0	79,3	79,7	77,4	77,7	77,5	78,7	78,6	78,6
C — 75%	79,7	79,7	79,7	76,1	77,8	77,0	77,9	78,8	78,3
D — 100%	78,3	78,9	78,6	76,4	77,0	76,7	77,3	77,9	77,6
Średnio Mean	79,6	79,5	79,5	76,7	77,5	77,1	78,1	78,5	—

NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)

Pomiędzy latami — Between years 2,2

Tabela 6

Wyrównanie ziarna (%) w pszenicy ozimej
Grain uniformity (%) of winter wheat

Zmianowanie Crop rotation	Lata badań Years						Średnio mean		
	2003			2004					
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
A — 25%	82,7	81,7	82,2	91,3	91,0	91,1	87,0	86,4	86,7
B — 50%	82,1	83,3	82,7	92,6	92,5	92,6	87,4	87,9	87,6
C — 75%	82,9	81,3	82,1	87,8	94,2	91,0	85,4	87,7	86,5
D — 100%	81,6	81,1	81,3	87,1	90,8	88,9	84,3	85,9	85,1
Średnio Mean	82,3	81,8	82,1	89,7	92,1	90,9	86,0	87,0	—

NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)

Pomiędzy latami — Between years 6,6

Analiza korelacji wskazuje na występowanie zależności między niektórymi parametrami jakościowymi pszenicy (tab. 7). Wynika z niej, że zawartość białka ogółem w ziarnie była silnie dodatnio skorelowana z zawartością glutenu mokrego oraz wskaźnikiem sedymentacji. Istotne korelacje stwierdzono także między zawartością glutenu mokrego i wskaźnikiem sedymentacji oraz między gęstością ziarna i wyrównaniem.

Tabela 7

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy ozimej
Simple correlation coefficients (r) among features of winter wheat

Wyszczególnienie Specification	Białko ogółem Total protein	Gluten mokry Wet gluten	Gęstość ziarna Test weight	Wyrównanie ziarna Grain uniformity	Liczba opadania Falling number
Gluten mokry Wet gluten	0,89*				
Gęstość ziarna Test weight	0,22	0,38			
Wyrównanie ziarna Grain uniformity	-0,44	-0,16	0,79*		
Liczba opadania Falling number	0,37	0,36	0,26	-0,21	
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value	0,72*	0,72*	0,32	-0,29	-0,32

* Istotny współczynnik korelacji; Significant correlation coefficient

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wyróżniki jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej zależały od warunków pogodowych, poziomu agrotechniki oraz w mniejszym stopniu udziału pszenicy w zmianowaniu. W okresie umiarkowanie wilgotnego i ciepłego lata (2003 r.) ziarno zawierało więcej białka i glutenu, wykazywało wyższą wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, a także liczbę opadania oraz gęstość. Jedynie wyrównanie ziarna w 2004 roku uzyskało większą wartość niż w 2003 roku. Podobne zależności potwierdzają również badania Rozbickiego (1999), Woźniaka (2003) oraz Budzyńskiego i wsp. (2004).

W prowadzonych badaniach stwierdzono istotnie większy wpływ poziomu agrotechniki na jakość technologiczną ziarna niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu. Wykazano, że intensywny poziom agrotechniki zwiększał zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, w odniesieniu do poziomu zminimalizowanego. Było to wynikiem stosowania na tych obiektach wysokich dawek nawozów azotowych i środków ochrony roślin, których istotny wpływ na te cechy potwierdzają badania Achremowicza i wsp. (1995), Chrzanowskiej-Drożdż i wsp. (2004), Budzyńskiego i wsp. (2004), Klimonta i Osińskiej (2004) oraz Stankowskiego i wsp. (2004). Zróżnicowany udział pszenicy w zmianowaniu wpływał jedynie na wartość wskaźnika sedymentacji. W zmianowaniu z 50% udziałem pszenicy był on istotnie większy niż na pozostałych obiektach. Natomiast w badaniach Woźniaka i Gontarza (2003) oraz Woźniaka (2004) wykazano istotny wpływ przedplonów na cechy technologiczne ziarna. Stwierdzono, że w stanowisku po grochu i ziemniaku, ziarno pszenicy gromadzi istotnie więcej białka i glutenu niż po przedplonach zbożowych. W dobrym stanowisku także wyrównanie ziarna oraz wartość wskaźnika sedymentacji była większa niż po pszenicy wysiewanej 2 lub 3-krotnej po sobie.

WNIOSKI

1. Przebieg warunków pogodowych w latach badań istotnie różnicował cechy technologiczne ziarna pszenicy ozimej, tj. zawartość białka ogółem, glutenu mokrego, wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, liczbę opadania oraz gęstość i wyrównanie ziarna. Istotnie wyższe wartości badanych cech stwierdzono w 2003 roku niż w 2004. Wyjątek stanowiło wyrównanie ziarna, które w 2004 roku uzyskało większą wartość niż w 2003 roku.
2. Z badanych czynników doświadczenia istotnie większy wpływ na cechy technologiczne ziarna wywarł poziom agrotechniki niż udział pszenicy ozimej w zmianowaniu.
3. Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał zawartość białka ogółem i glutenu mokrego oraz wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego w ziarnie pszenicy ozimej, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

LITERATURA

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. *Biul. IHAR* 193: 29 — 34.
- Biskupski A., Grabski J. 1979. Jakość technologiczna ziarna 5 odmian pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 124: 5 — 11.
- Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 33 — 44.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 118: 45 — 55.
- Chrzanowska-Drożdż B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W. 2004. Wysokość i jakość plonu pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 233: 29 — 38.
- Dziki D., Laskowski J. 2002. Wpływ nawożenia azotowego pszenicy na właściwości reologiczne ciasta. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN nt. „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”*. Lublin: 68.
- Johansson E., Prieto-Linde M. L., Jonsson J. O. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry* 78: 19 — 25.
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 233: 49 — 58.
- Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W. J. 1997. Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Wiad. Odmianozn.* 67: 2 — 17.
- Nowak W., Zbroszczyk T., Kotowicz L. 2004. Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenic. *Pam. Puł.* 135: 199 — 212.
- Rozbicki J. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. *Mat. konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”*. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa 1999: 13 — 27.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Sect. E, vol. 59, 3*: 1363 — 1369.
- Vereijken J. M., Klostermann V. L. C., Beckers F. H. R., Spekking W. T. J., Gravelde A., Sherry P. R., Tacham A. S. 2000. Wheat gluten. *Proceedings of the 7th International Workshop Gluten 2000*. Royal Society of Chemistry, Cambridge: 421 — 424.
- Wooding A. R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F. L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 77: 798 — 807.

- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. Biul. IHAR 228: 41 — 50.
- Woźniak A. 2004. Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. Pam. Puł. 135: 325 — 330.
- Woźniak A., Gontarz D. 2003. Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej. Biul. IHAR 228: 33 — 39.

ANDRZEJ WOŹNIAK**DARIUSZ GONTARZ****MICHAŁ STANISZEWSKI**

Katedra Ogólnej uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zmianowania na plonowanie i wartość wskaźnika LAI pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.)*

Effect of crop rotation on yielding and leaf area index (LAI) of hard wheat (*Triticum aestivum* Desf.)

W pracy przedstawiono wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zmianowaniu na plon ziarna i wartość wskaźnika pokrycia liściowego (LAI). Wykazano, że pszenica twarda uprawiana w monokulturze plonowała istotnie niżej (o 0,91–1,13 t·ha⁻¹) niż w zmianowaniach z 25, 50 i 75% jej udziałem w strukturze zasiewów. Było to wynikiem mniejszej liczby kłosów na 1 m², niższej masy ziarna z kłosa i mniejszej liczby ziaren w kłosie. Również powierzchnia liści wyrażona wartością (LAI) była istotnie mniejsza w monokulturze niż w zmianowaniu.

Słowa kluczowe: plon ziarna, pszenica twarda, wskaźnik pokrycia liściowego (LAI), zmianowanie

An experiment with rotation systems for hard wheat was conducted at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2002–2004. It was set in the randomized blocks design with four replications, on plots 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportion of hard wheat (25, 50, 75, 100%). The grain yield of hard wheat was affected by weather conditions in the years of study, and by the rotation systems. Hard wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 23.8–28.0% in relation to the crop rotations with 25–75% of wheat. It was shown, that coefficient of LAI (leaf area index) depended on years and crop rotations. Cultivation of hard wheat in monoculture diminished value of LAI coefficient in relation to the crop rotations.

Key words: crop rotation, hard wheat, leaf index area (LAI), yield of grain

* Badania prowadzono w ramach projektu badawczego nr 3 P06R 072 24 finansowanego przez KBN

WSTĘP

Wysokość plonów pszenicy zależy od genotypu, czynników siedliska oraz stosowanej agrotechniki (Woźniak, 2003; Budzyński i in., 2004). Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) pod względem plonowania przewyższa pszenicę twardą (*Triticum durum* Desf.), ale wyższa cena pszenicy durum zapewnia opłacalność jej uprawy nawet w warunkach klimatyczno-glebowych Polski (Szwed-Urbaś i in., 1995; Rachoń, 2001; Rachoń i Szumiło, 2002; Szwed-Urbaś i Segit, 2004).

W badaniach płodozmianowych nad pszenicą zwyczajną i innymi gatunkami zbóż wykazano istotną obniżkę plonów ziarna w warunkach 75–100% ich udziału w strukturze zasiewów, w porównaniu do płodozmianów z mniejszym udziałem zbóż (Wodniak, 2001, 2003). Przyczyną tej obniżki było zwiększone porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni oraz wzrost zachwaszczenia. W konsekwencji doprowadziło to do zmniejszenia liczby kłosów na jednostce powierzchni, masy ziarna z kłosa oraz jego dorodności. W literaturze tematu niestety brakuje informacji dotyczących badań płodozmianowych z udziałem pszenicy twardej. Z pewnością wynika to z faktu braku krajowych odmian tego gatunku.

Kształtowanie się plonu ziarna zależy od tempa gromadzenia suchej masy oraz powierzchni asymilacyjnej rośliny. W badaniach Fabera i Nieróbcy (1999), Gregorczyka i Piecha (1999), Czerednik i Nalborczyka (2000) dowiedziono związku między plonem ziarna, a wskaźnikiem LAI (wskaźnik pokrycia liściowego). W innych publikacjach (Czerednik i Nalborczyk, 2000; Biskupski i in., 2004) wykazano, że na powierzchnię liściową oraz na wielkość współczynnika LAI wpływa nawożenie azotem, chemiczne środki ochrony roślin, kierunku i gęstości siewu (Szmigiel i Oleksy, 1997; Szmigiel i in. 1997). Dla większości roślin uprawnych wskaźnik LAI wynosi od 4 do 5, lecz dla wysoko produktywnych odmian może być większy (Nichiporovich, 1972). Dowodzą tego także badania Gregorczyka i Piecha (2000).

W literaturze tematu niewiele prac dotyczy kształtowania się wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) w zmianowaniach zbożowych i jego wpływie na plony ziarna. Z badań Zająca (1999) wynika, że w stanowisku po słabych przedplonach powierzchnia liści, a tym samym wartość wskaźnika LAI są mniejsze niż po dobrych przedplonach. Jończyk i Kawalec (2001) wykazali, że pszenica uprawiana w systemie ekologicznym wytwarza mniejszą powierzchnię liściową niż w systemie tradycyjnym.

Celem badań była ocena plonowania pszenicy twardej i kształtowania się wskaźnika pokrycia liściowego (LAI) w zmianowaniach o różnym jej udziale w strukturze zasiewów.

MATERIAŁ I METODY

Statyczne doświadczenie płodozmianowe prowadzono w latach 2002–2004 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie

przewodzą metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał zmianowania z udziałem pszenicy twardej:

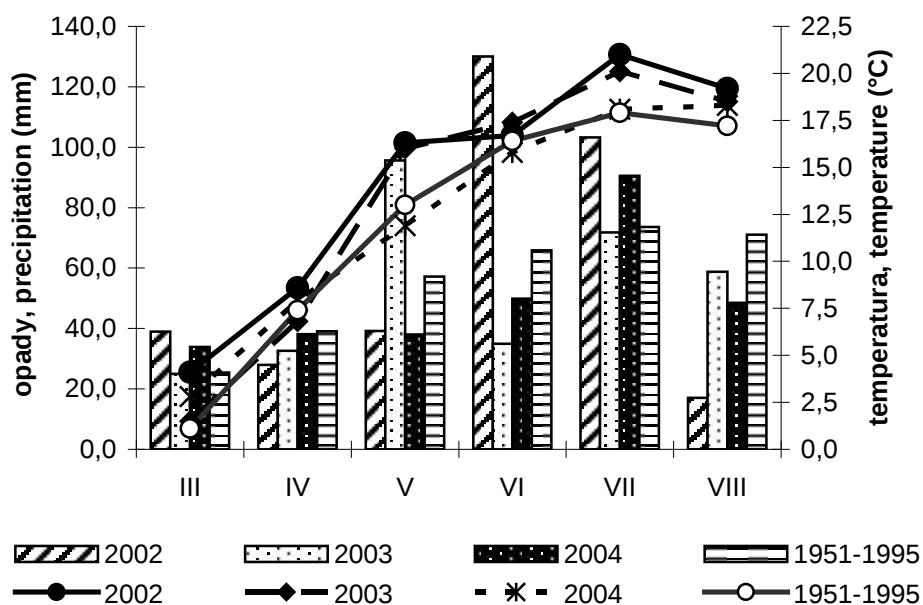
- A — 25% pszenicy (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenica),
- B — 50% pszenicy (ziemniak — pszenica — groch siewny — pszenica),
- C — 75% pszenicy (ziemniak — pszenica — pszenica — pszenica),
- D — 100% pszenicy (monokultura).

Nawożenie azotem pszenicy twardej wynosiło 140 kg·ha⁻¹ i przeprowadzono je w trzech terminach: przed siewem (60 kg·ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha⁻¹) oraz w fazie kłoszenia 40 kg·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznym niszczeniu chwastów, chemicznej ochronie przed chorobami i szkodnikami oraz zabezpieczeniu roślin przed wyłeganiem. Do niszczenia chwastów użyto Pumę Super 069 EW i Aminopielik M 450 (1+3 l·ha⁻¹) w fazie krzewienia pszenicy. Do ochrony przed wyłeganiem zastosowano w początkowym okresie strzelania w źdźbło Cycocel 460 SL w ilości 1,5 l ha⁻¹. Przeciw chorobom podsuszkowym wykorzystano Alert 375 SC — 1,0 l·ha⁻¹, zaś przeciw chorobom liści i kłosa, w fazie kłoszenia Tilt CB 37,5 WP — 1 kg·ha⁻¹.

Uprawa roli pod pszenicę twardą była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy (linia LGR 896/23 wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie) przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m². Nawozy fosforowe (90 kg P₂O₅ na 1 ha) i potasowe (120 kg K₂O) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

W pracy oceniono plon ziarna pszenicy twardej oraz elementy struktury plonu, a także powierzchnię liści pobranych w fazie kwitnienia (DC 60–65). Do pomiaru powierzchni liści wykorzystano skaner komputerowy oraz program analizujący skanowane liście wykonany na potrzeby niniejszych badań. Średnią powierzchnię pojedynczego liścia ustalono na podstawie powierzchni 15 blaszek liściowych pobranych z trzech poziomów łanu każdego poletka. Określono również liczbę roślin na 1 m², co pozwoliło na oznaczenie średniej wartości wskaźnika LAI jako stosunku powierzchni liści, do powierzchni gruntu (Zajac, 1999; Gregorczyk i Piech, 2000).

Przebieg warunków pogodowych, a zwłaszcza rozkład opadów w latach badań (2002–2004) był zróżnicowany. W 2002 roku w okresie od siewu do zbioru pszenicy (marzec–sierpień) wystąpiły większe sumy opadów (o 37,6–57,1 mm) niż w pozostałych latach badań, a także o 23,5 mm, w odniesieniu do okresu wieloletniego (45-lecia). Niedobory opadów stwierdzono w maju 2004 roku i w czerwcu 2003 i 2004 roku. Z kolei nadmiar opadów stwierdzono w maju 2003 roku oraz w czerwcu i lipcu 2002 roku. W zakresie średnich temperatur powietrza w okresie wegetacji pszenicy wyższe temperatury wystąpiły w 2002 i 2003 r. niż w 2004 r. (rys. 1).



Rys. 1. Przebieg warunków agroklimatycznych w latach 2002-2004 w GD Uhrusk
Fig. 1. Agroclimatic conditions in 2002-2004 at Uhrusk Experimental Station

WYNIKI

Plon ziarna pszenicy twardej kształtowały lata badań oraz jej udział w zmianowaniu (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna pszenicy twardej w t·ha ⁻¹ The grain yield of hard wheat in t·ha ⁻¹					
Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	5,12	4,63	3,74	3,29	4,20
2003	2,36	2,84	2,81	2,25	2,57
2004	4,25	4,61	4,87	3,15	4,22
Średnio Mean	3,91	4,03	3,81	2,90	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 0,61

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,88

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation 1,09

Najwyżej plonowała pszenica w latach 2002 i 2004 (średnio 4,20–4,22 t·ha⁻¹), natomiast istotnie niżej (średnio o 38,8–39,1%) w 2003 roku. Należy sądzić, że było to wynikiem większej liczby kłosów na 1 m² (tab. 2), większej masy ziarna z kłosa (tab. 3) oraz większej masy 1000 ziaren (tab. 4).

Tabela 2

Liczba kłosów pszenicy twardej na 1 m²
The number of heads of hard wheat per 1 m²

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	470	461	421	400	438
2003	438	413	405	333	397
2004	440	484	417	360	425
Średnio — Mean	449	453	414	364	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 25

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 41

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 3

Masa ziarna z kłosa pszenicy twardej (g)
Weight of grains per head of hard wheat (g)

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	1,03	1,00	0,98	0,82	0,96
2003	0,83	0,69	0,69	0,64	0,71
2004	1,15	1,10	1,09	0,89	1,06
Średnio — Mean	1,00	0,93	0,92	0,78	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 0,12

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,18

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation 0,23

Tabela 4

Masa 1000 ziaren pszenicy twardej w g
Weight of 1000 grains of hard wheat in g

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	48,9	48,8	47,6	42,2	46,9
2003	43,9	41,7	42,1	40,5	42,1
2004	49,8	47,5	49,0	47,2	48,4
Średnio — Mean	47,5	46,0	46,2	43,3	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0,05)

Pomiędzy latami — between years 1,8

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 2,6

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 5

Liczba ziaren w kłosie pszenicy twardej
Number of grains in head of hard wheat

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	31,0	32,2	28,9	27,3	29,9
2003	33,0	28,7	29,0	26,3	29,3
2004	23,3	23,4	22,2	18,8	21,9
Średnio — Mean	29,1	28,1	26,7	24,1	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 1,5

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 2,1

We współdziałaniu — in interaction:

Lata x zmianowanie — years x crop rotation r.n. – n.s.

Jedynie liczba ziaren w kłosie była mniejsza w 2004 roku niż w pozostałych latach (tab. 5). W zmianowaniach uważanych za przyrodniczo poprawne, tj. A (25% pszenicy twardej) i B (50% pszenicy twardej) plony ziarna były zbliżone i wynosiły około $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast zwiększony do 75% udział pszenicy w zmianowaniu (zmianowanie C) powodował ponad 5% obniżkę plonu. Dalsze zwiększanie udziału pszenicy w zmianowaniu, do 100% (zmianowanie D), istotnie zmniejszało plon ziarna o 23,8–28,0% ($0,91\text{--}1,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), w stosunku do zmianowań A–C. Spadek plonu wynikał z mniejszej liczby kłosów na 1 m^2 (średnio o 12,1–19,6%), w stosunku do zmianowań A–C (tab. 2). Również masa ziarna z kłosa była w zmianowaniu D (monokultura) istotnie niższa o 15,2–22,0%, w porównaniu do zmianowań A–C (tab. 3). Analogicznie kształtowała się także masa 1000 ziaren (tab. 4). W zmianowaniu D wartość tej cechy była istotnie mniejsza (o 5,8%–8,8%) niż na pozostałych obiektach. Podobnie liczba ziaren w kłosie pszenicy twardej była w zmianowaniu D istotnie mniejsza o 9,7–17,1% niż w zmianowaniach A–C (tab. 5). Ponadto pszenica twarda wysiewana w zmianowaniu C (75% pszenicy) wytworzyła istotnie mniej ziaren w kłosie niż w zmianowaniu A (25% pszenicy).

Warunki pogodowe w latach badań różnicowały także powierzchnię blaszek liściowych, a tym samym wskaźnik pokrycia liściowego (LAI). W wilgotnym 2002 r. wskaźnik ten osiągnął istotnie większą wartość niż w latach 2003–2004, odpowiednio o 22,4–29,6% (tab. 6). Powierzchnia liści zależała także od udziału pszenicy twardej w zmianowaniu (tab. 6). Średnio w zmianowaniu A (25% pszenicy) wskaźnik LAI wynosił 2,99 i był istotnie większy niż w zmianowaniach B (50% pszenicy), C (75% pszenicy) i D (monokultura), odpowiednio o 20,0%, 24,0% i 50,8%.

Analiza korelacji wykazała istotne i dodatnie zależności między wskaźnikiem pokrycia liściowego LAI a plonem ziarna ($r = 0,60$) — tab. 7. Wskaźnik LAI był również dodatnio skorelowany z liczbą źdźbeł kłosonośnych na 1 m^2 ($r = 0,58$), masą ziarna z kłosa ($r = 0,71$) oraz liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,65$). Z kolei plon ziarna był uwarunkowany liczbą kłosów na 1 m^2 ($r = 0,56$), masą ziaren z kłosa ($r = 0,65$) oraz liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,70$). Ujemne korelacje wystąpiły między liczbą kłosów na 1 m^2 a masą ziarna z kłosa ($r = -0,55$), a także między liczbą kłosów na 1 m^2 i liczbą ziaren w kłosie ($r = -0,60$).

Tabela 6

Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) pszenicy twardej w fazie DC 60-65
Leaf area index (LAI) of hard wheat in growth stage 60-65

Lata badań Years	Udział pszenicy twardej w zmianowaniu Participation of hard wheat in crop rotation				Średnio Mean
	A-25%	B-50%	C-75%	D-100%	
2002	3,31	3,01	2,39	2,01	2,90
2003	2,44	2,11	2,27	1,35	2,04
2004	3,23	2,04	2,14	1,59	2,25
Średnio — Mean	2,99	2,39	2,27	1,47	—

NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)

Pomiędzy latami — between years 0,20

Pomiędzy zmianowaniami — among crop rotations 0,31

We współdziałaniu — in interaction:

Lata × zmianowanie — years × crop rotation r.n. - n.s.

Tabela 7

Istotne współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy twardej
Significant correlation coefficients (r) among features of hard wheat

Wyszczególnienie Specification	LAI	Plon ziarna Yield of grain	Liczba kłosów na 1 m ² Number of head per 1 m ²
Plon ziarna Yield of grain	0,60		
Liczba źdźbeł kłosonośnych na 1 m ² Number of heads per 1 m ²	0,58	0,56	
Masa ziarna z kłosa Weight of grains in head	0,71	0,65	-0,55
Liczba ziarn w kłosie Number of grains in head	0,65	0,70	-0,60

n = 12

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Pszenica twarda wyselekcjonowana w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie (linia LGR 896/23) odznaczała się dużą zmiennością plonów w latach badań i zmianowaniach. Wysokie plony ziarna uzyskano w systemie zmianowania roślin, w tym również w zmianowaniu z 75% jej udziałem. Istotnie niżej plonowała pszenica w monokulturze. Również w innych badaniach Woźniaka (2003), lecz z udziałem pszenicy jarej wykazano wysoki spadek plonu w monokulturze w odniesieniu do zmianowania. Przyczyną tej obniżki była redukcja liczby kłosów na 1 m², masy ziarna z kłosa oraz liczby ziaren w kłosie. Potwierdza to również analiza korelacji między omawianymi cechami wynikowymi. Z literatury tematu wiadomo, że powodem obniżki wartości elementów struktury plonu może być porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła i korzeni, a także zachwaszczenie ładu towarzyszące zmianowaniom zbożowym. Znaczący wpływ w kształtowaniu plonu miały również warunki pogodowe. W 2002 i 2004 roku plon ziarna był o 38,8%–39,1% wyższy niż w 2003. Jak podają Budzyński i wsp. (2004) wpływ warunków pogodowych na plon jest silniejszy od sposobów uprawy. W niniejszych

badaniach warunki pogodowe wpływały również na wskaźnik pokrycia liściowego (LAI). Istotnie wyższą wartość LAI stwierdzono w 2002 roku niż w pozostałych latach. Cecha ta zależała również od systemu następstwa roślin. W zmianowaniu z 25% udziałem pszenicy był on istotnie większy niż w monokulturze oraz zmianowaniach B (50% pszenicy) i C (75% pszenicy). Wyniki te znajdują potwierdzenie także w badaniach Zająca (1999), w których powierzchnia liści i wartość LAI pszenżyta była większa po dobrych przedplonach niż po słabych. Z kolei Jończyk i Kawalec (2001) wykazali, że pszenica uprawiana w systemie ekologicznym, w fazach strzelania w źdźbło i kłoszenia, wytworzyła mniejszy LAI niż w systemie tradycyjnym. W niniejszych badaniach wskaźnik LAI był istotnie skorelowany z plonem ziarna oraz liczbą źdźbeł kłosonośnych, masą ziarna z kłosa i liczbą ziaren w kłosie.

WNIOSKI

1. Pszenica twarda uprawiana w monokulturze plonowała istotnie niżej niż w zmianowaniach z 25–75% jej udziałem w strukturze zasiewów. Było to wynikiem mniejszej obsady kłosów na 1 m², niższej masy ziarna z kłosa, a także mniejszej liczby ziaren w kłosie.
2. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) zależał od przebiegu warunków agroklimatycznych w roku prowadzenia badań oraz udziału pszenicy twardej w zmianowaniu. W zmianowaniu A (25% pszenicy) wynosił on 2,99 i był istotnie większy niż w zmianowaniach B (50% pszenicy), C (75% pszenicy) i D (100% pszenicy).
3. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) był istotnie skorelowany z plonem ziarna, liczbą źdźbeł kłosonośnych na 1 m², masą ziarna z kłosa i liczbą ziaren w kłosie.

LITERATURA

- Biskupski A., Kaus A., Pabin J., Włodek S. 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wskaźnik powierzchni liści (LAI), średni kąt nachylenia liści (MTA) i plon wybranych odmian pszenicy twardej. *Ann. UMCS, Sec. E*, 59, 2: 649 — 654.
- Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 135: 33 — 44.
- Czerednik A., Nalborczyk E. 2000. Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego (RUE) — nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. *Biul. IHAR* 215: 13 — 22.
- Faber A., Nieróbca A. 1999. Prognozowanie plonu pszenicy ozimej na podstawie indeksu powierzchni liści. *Fragm. Agron.* 1: 59 — 68.
- Gregorczyk A., Piech M. 1999. Wskaźnikowa analiza wzrostu owsa nagoziarnistego i oplewionego. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 114, 3/4: 117 — 128.
- Gregorczyk A., Piech M. 2000. Porównanie dynamiki wzrostu owsa nieoplewionego z oplewionym. *Biul. IHAR* 215: 201 — 208.
- Jończyk K., Kawalec A. 2001. Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej. *Biul. IHAR* 220: 35 — 43.
- Nichiporovich A. A. 1972. *Fotosinteticheskaya deyatelnost rastenij i puti powysheniya ich produktivnost*. Izd. Nauka, Moskwa: 511 — 526.

- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Rozpr. Nauk. 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rachoń L., Szumiło G. 2002. Plonowanie i jakość niektórych polskich odmian i linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł. 130/2: 619 — 624.
- Szmigiel A., Oleksy A. 1997. Wpływ kierunku siewu na powierzchnię asymilacyjną liści oraz plonowanie i zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego. Biul. Reg. AR Krak. 314: 26 — 30.
- Szmigiel A., Kiełbasa S., Paradowski R. 1997. Wpływ zagęszczonego siewu i retardantów na architekturę łanu i plonowanie zbóż jarych w warunkach górskich. Biul. Reg. AR Krak. 314: 31 — 34.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR 194: 149 — 154.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2004. Charakterystyka wybranych cech ilościowych u mieszańców pszenicy twardej. Annales UMCS, Sec. E, 59, 1: 101 — 113.
- Woźniak A. 2001. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. Rozprawy naukowe AR w Lublinie, 247.
- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. Biul. IHAR 228: 41 — 50.
- Zajac T., 1999. Indeks powierzchni liści oraz plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od doboru przedplonu. Pam. Puł. 114: 375 — 380.

WIESŁAW WOJCIECHOWSKIKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Reakcja pszenicy jarej odmiany Torka na nawożenie azotem w warunkach przyorywania międzyplonów ścierniskowych* Komunikat

Nitrogen fertilization response of spring wheat Torka grown after ploughed down stubble crops Short communication

Celem zrealizowanego w latach 2003 i 2004 doświadczenia polowego było określenie plonotwórczej reakcji pszenicy jarej, odmiany jakościowej na różne dawki nawożenia azotem w warunkach przyorywania międzyplonów ścierniskowych. Założono je metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu stanowiły trzy warianty uprawy pszenicy z przedsięwzięciem przyorywania międzyplonów: 1) bez międzyplonów ścierniskowych; 2) międzyplon z gorczycy białej; 3) międzyplon z mieszanki roślin strączkowych z niemotylkowymi. Czynnikiem drugiego rzędu były cztery dawki nawożenia azotowego: 0; 40 kg (40I); 80 kg (40I + 40II); 120 kg (40I + 40II + 40III). Termin stosowania azotu: I — przed siewem pszenicy, II — w fazie strzelania w źdźbło (2 kolanko), III — kłoszenie się roślin. Pszenicę jarą odmiany Torka wysiewano w ilości zapewniającej obsadę 500 roślin na 1 m². Wykazano, że każda wyższa dawka nawożenia azotem powodowała sukcesywny i istotny wzrost plonów ziarna pszenicy. Plony ziarna uzyskane w uprawie pszenicy bez nawożenia azotem były o 7,6% mniejsze niż po zastosowaniu dawki 40 kg N, o 15,1% od stwierdzonych po dawce 80 kg N oraz o 17,8% kiedy pszenicę zasilano 120 kg azotu na ha. Przyorywanie biomasy międzyplonu miało różny wpływ na kształtowanie się plonów pszenicy jarej. Po przyoraniu mieszanki plon ziarna był istotnie większy, niż w uprawie bez międzyplonu, a po gorczycy mniejszy. Przyorując pod pszenicę jarą mieszankę strączkowo-niemotylkową lub uprawiając roślinę testową bez międzyplonu wystarczającą dawką nawożenia mineralnego było 80 kg N·ha⁻¹, natomiast przyorując gorczycę białą jeszcze dawka 120 kg N·ha⁻¹ powodowała znaczny wzrost plonu ziarna pszenicy.

Słowa kluczowe: pszenica jara, nawożenie azotem, międzyplon ścierniskowy

The objective of a field experiment, conducted in 2003 and 2004 was to determine response of spring wheat, quality cultivar, on varying rates of nitrogen fertilization on sites with ploughed down stubble crops. The experiment was carried out with the split-plot method in 4 replications. Three

* Badania finansowane przez Komitet Badań Naukowych w ramach projektu nr 3 PO6R 070 23

variants of cultivation of wheat with pre-sowing ploughing down of various stubble crops constituted the main plots of the experiment: 1) without stubble crops; 2) stubble crop — white mustard; 3) stubble crop as a mixture of leguminous plants with non-papilionaceous ones. Four rates of nitrogen fertilization: 0; 40 kg (40I); 80 kg (40I + 40II); 120 kg (40I + 40II + 40III) were used as subplots. Dates of nitrogen application: I — before sowing of wheat, II — at shooting (2 node), III — earing. Spring wheat (cultivar Torka) was sown at density of 500 plants per 1 m². It was found that every higher nitrogen rate significantly increased yields of wheat grain. Grain yields from wheat growing without nitrogen fertilization were lower by 7.6% than after using rate of 40 kg N, by 15.1% after rate of 80 kg N and by 17.8% after application of 120 kg N per ha. Ploughing down stubble crop affected formation of spring wheat yielding to a different extent. After ploughing down the mixture, yield of grain was significantly higher than without stubble crop but after white mustard it was lower. After ploughing down the mixture of leguminous with non-papilionaceous plants before spring wheat or at cultivation of wheat without stubble crop, the sufficient rate of nitrogen was 80 kg N·ha⁻¹, however after ploughing down white mustard the rate of 120 kg N·ha⁻¹ significantly increased yield of wheat.

Key words: spring wheat, nitrogen fertilization, stubble crop

WSTĘP

Składnikiem pokarmowym, który najbardziej decyduje o ilości i jakości zebranego plonu jest azot. Większość badań dowodzi korzystnego wpływu zwiększonych dawek azotu na plonowanie pszenicy jarej. Fatyga *wsp.* (1994) oceniając wpływ 7 poziomów nawożenia azotowego na dwie odmiany pszenicy jarej (Henika i Jara) wykazali korzystny wpływ 120 kg N/ha. Przy tej dawce azotu uzyskali oni najwyższe plony ziarna wymienionych odmian. Za podobnymi dawkami azotu w uprawie pszenicy jarej opowiadają się również Orlik (1998) i Rachoń (1994). Mazurek *i wsp.* (1992) twierdzą natomiast, że wystarczającą jest dawka 90 kg azotu w uprawie pszenicy jarej, a większe jego dawki mogą być konieczne w gorszych warunkach glebowych. Podobnie Liszewski (1997) za wystarczającą dawkę uważa 90 kg N, a w przypadku uprawy pszenicy jarej w stanowisku po bobiku nawet 30 kg. Natomiast Noworolnik i Sułek (1999) z 4 proponowanych dawek azotu zalecają 75 kg/ha, przy której plon pszenicy jarej był najwyższy, chociaż lepszą efektywność nawożenia tym pierwiastkiem uzyskano dla dawek 25 i 50 kg N/ha.

Wysokość nawożenia azotowego roślin jest warunkowana szeregiem czynników. Obok przedplonu (Marko, 1990; Ruszkowski, 1986), warunków pogodowych (Kuś *i in.*, 1991), kierunku użytkowania (Archemowicz i Zajac, 1993) czy nawet sposobu uprawy (Kuś, 1976) wymienia się zależność nawożenia mineralnego od stosowania nawozów organicznych. Część badań wskazuje na zwiększoną efektywność nawożenia mineralnego (zwłaszcza azotowego) w obecności nawozów organicznych (Dzienia, 1990; Thorup-Kriestensen, 1994; Wojciechowski, 1998). Brakuje natomiast wskazań określających precyzyjny dobór dawek nawozów mineralnych uwzględniający przyorywanie pod roślinę uprawną międzyplonów ścierniskowych (o różnym składzie gatunkowym), które wpłynęłyby korzystnie zarówno na ilość i jakość pozyskanego plonu. Brak badań dotyczy zwłaszcza technologii uprawy pszenic jakościowych.

Celem badań było określenie plonotwórczej reakcji pszenicy jarej, odmiany jakościowej na różne dawki nawożenia azotem w warunkach przyorywania międzyplonów ścierniskowych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie zrealizowano w oparciu o ściśle dwuczynnikowe doświadczenie polowe w latach 2003 i 2004. Założono je metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Doświadczenie w 2003 roku zlokalizowano na madzie właściwej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego podścielonego piaskiem słabo gliniastym, zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IV, a w roku 2004 na madzie właściwej wytworzonej z gliny spiaszczonej podścielonej piaskiem gliniastym lekkim, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej II.

Czynnik pierwszego rzędu stanowiły trzy warianty uprawy pszenicy z przedsięwzięciem przyorywaniem międzyplonów: 1) bez międzyplonów ścierniskowych; 2) międzyplon z gorczycy białej; 3) międzyplon z mieszanki roślin strączkowych z niemotylkowymi. Gorczycę białą w międzyplonie wysiewano w ilości 20 kg/ha, natomiast w skład mieszanki wchodziły: groch pastewny (100 kg/ha) + bobik (100 kg/ha) + owies (40 kg/ha). Czynnikiem drugiego rzędu były cztery dawki nawożenia azotowego: 0; 40 kg (40I); 80 kg (40I + 40II); 120 kg (40I + 40II + 40III). Termin stosowania azotu: I — przed siewem pszenicy, II — w fazie strzelania w źdźbło (2 kolanko), III — kłoszenie się roślin. Pszenicę jarą, odmiany Torka, zaliczaną pod względem wartości użytkowej do pszenic elitarnych, wysiewano w ilości zapewniającej obsadę 500 roślin na 1 m². W terminie zbioru z każdego poletka oznaczono: plon ziarna i ważniejsze cechy plonotwórcze (liczba roślin na 1 m², liczba i masa ziarna z 1 rośliny). Wyniki poddano analizie wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu t-Studenta przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg pogody w okresie badań, a zwłaszcza ilość i rozkład opadów w czasie wegetacji pszenicy jarej, odbiegał znacznie od przeciętnych warunków w latach 1968–2004 i wpływał niekorzystnie na jej plonowanie (tab. 1).

Lepszym pod tym względem okazał się rok 2003, w którym duże opady w maju, o 22,5 mm większe od danych z wielolecia, głównie w ostatniej dekadzie, pokryły dość znacznie zapotrzebowanie rośliny testowej w wodę, mimo mniejszych ich ilości w czerwcu i początku lipca. Wyniki własne nie do końca korespondują z doniesieniami Biskupskiego i wsp. (2004), którzy twierdzą, że właśnie opady deszczu w czerwcu i lipcu mają decydujący wpływ na plonowanie zbóż. Mniej korzystnym przebiegiem pogody dla wzrostu i plonowania pszenicy okazał się natomiast 2004 rok. W roku tym niedobory opadów wystąpiły przez cały okres wzrostu pszenicy i kształtowania się cech plonotwórczych. Ilość opadów, od kwietnia do lipca, w drugim roku badań była średnio o 19,3 mm mniejsza od danych z wielolecia. Plony pszenicy uzyskane w 2004 roku były

średnio o 8,4% mniejsze od określonych w pierwszym roku badań. O dużym znaczeniu warunków pogodowych na plonowanie pszenicy jarej informują również Deryło (1990), Gąsiorowska i Makarewicz (2004) czy Weber i wsp. (1999). Sułek i wsp. (2004) twierdzą, że warunki pogodowe w czasie wegetacji pszenicy jarej wywierają nawet większy wpływ na jej plonowanie, niż uwzględniane przez autorów w doświadczeniu sposoby nawożenia azotem, dotyczące zarówno form jak i terminu ich stosowania.

Tabela 1

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów
Mean monthly air temperature and rainfall sums

Rok Year	Miesiące Months					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
temperatura — temperature (°C)						
2003	3,9	8,3	16,1	20,0	19,9	20,5
2004	4,6	9,8	12,8	16,7	18,6	19,6
Średnio — Mean 2003–2004	4,3	9,1	14,5	18,4	19,3	20,1
Średnio — Mean 1968–2003	3,3	8,2	13,9	16,7	18,4	19,1
opady — rainfall (mm)						
2003	15,2	15,0	75,5	33,1	57,5	53,8
2004	54,9	21,5	39,1	43,9	66,1	33,0
Średnio — Mean 2003–2004	35,1	18,3	57,3	38,5	61,8	43,4
Średnio — Mean 1968–2003	31,3	37,5	53,0	72,3	85,2	70,5

Wykazano istotny wpływ nawożenia mineralnego azotem, przyorywanej biomasy międzyplonu oraz współdziałaniem tych czynników doświadczenia na plonowanie pszenicy jarej (tab. 2).

Tabela 2

Plony ziarna pszenicy jarej w t·ha⁻¹
Grain yields of spring wheat (t·ha⁻¹)

Obiekt Treatment	2003					2004					Średnio 2003–2004 Mean 2003–2004				
	dawka nawożenia azotem (kg·ha ⁻¹) — rate of nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)														
	0	40	80	120	x	0	40	80	120	x	0	40	80	120	x
A	5,03	5,35	5,77	5,73	5,47	4,57	4,67	4,87	4,91	4,70	4,80	4,91	5,32	5,32	5,09
B	3,83	4,61	5,19	5,52	4,79	4,37	4,49	4,80	5,30	4,74	4,09	4,55	5,00	5,41	4,76
C	4,57	5,52	5,79	5,97	5,46	4,56	4,72	5,32	5,31	4,97	4,57	5,12	5,55	5,63	5,22
NIR _(a = 0,05)	0,31					0,22					0,13				
LSD _(a=0.05)						0,20					0,17				
Średnio Mean	4,47	5,16	5,58	5,74	—	4,50	5,46	5,00	5,17	—	4,49	4,86	5,29	5,46	—
NIR _(a = 0,05)	0,15					—					—				
LSD _(a=0.05)						0,10					0,09				

Każda, wyższa dawka N powodowała sukcesywny i istotny wzrost plonów ziarna pszenicy. Najniższe plony ziarna uzyskano w uprawie pszenicy bez nawożenia azotem i były one o 7,6% mniejsze niż po zastosowaniu dawki 40 kg N, o 15,1% od stwierdzonych po dawce 80 kg N oraz o 17,8% kiedy pszenicę zasilano 120 kg azotu na ha. Podobnie Gąsiorowska i Makarewicz (2004) oraz Rutkowska (2002) twierdzą, że intensyfikacja

nawożenia azotem w pszenicy jarej, nawet do dawki 160 kg·ha⁻¹ powoduje znaczny przyrost plonu ziarna. Natomiast Waclawowicz (2002) wykazał, że wprawdzie każda dawka N, aż do 200 kg powoduje wzrost plonów ziarna pszenicy jarej jednak istotną różnicę, w stosunku do uprawy pszenicy bez tego nawozu, wykazał on tylko do poziomu 60 kg N·ha⁻¹.

Najwyższe plony ziarna uzyskano po przyoraniu mieszanki międzyplonowej. Były one istotnie, o 9,7% większe niż po przyoraniu gorczyicy białej oraz o 2,6% od otrzymanych w uprawie pszenicy bez międzyplonów. Najmniej korzystnym sposobem uprawy pszenicy okazała się uprawa z przyorywaną gorczycą, po której plon ziarna był mniejszy nawet od plonu określonego w uprawie bez przyorywanej biomasy. Kuś i Jończyk (2000) wykazywali natomiast zawsze pozytywny wpływ przyorywanego międzyplonu na plonowanie zbóż jarych, chociaż najmniej efektywny był on także po przyoranej gorczycy białej, mimo że z nią, w porównaniu do łubinu żółtego lub traw, wnoszono do gleby zdecydowanie większą biomase.

Współdziałanie obydwóch czynników wykazało, że w uprawie pszenicy po mieszance międzyplonowej oraz bez międzyplonu celowym było zwiększanie dawki nawożenia azotem do 80 kg N·ha⁻¹, gdyż dalsza intensyfikacja tego nawożenia nie wpływała lub dawała tylko nieznaczny przyrost plonów. W warunkach przyorywania gorczyicy białej natomiast każda dawka, aż do 120 kg N powodowała istotny przyrost plonu ziarna. Podobnie zdaniem Wojciechowskiego (2000) zwiększanie, w stosunku do zalecanego, nawożenia mineralnego pod pszenicę ozimą, uprawianej po przyoranej mieszance międzyplonowej roślin strączkowych z niemotylkowymi jest nieefektywne.

Plony ziarna pszenicy jarej warunkowane były głównie produktywnością jednej rośliny (tab. 3).

Tabela 3

Wybrane cechy plonotwórcze pszenicy jarej
Selected yield formation traits of spring wheat

Obiekt Treatment	Liczba roślin (szt.·m ²) Number of plants per m ²					Liczba ziaren z 1 rośliny (szt.) Number of grains per 1 plant					Masa ziarna z 1 rośliny (g) Weight of grain per 1 plant (g)					
	dawka nawożenia azotem (kg·ha ⁻¹) — rate of nitrogen fertilization (kg·ha ⁻¹)															
	0	40	80	120	x	0	40	80	120	x	0	40	80	120	x	
A	453	455	444	455	452	23,9	27,9	27,9	26,5	26,6	1,19	1,34	1,36	1,38	1,31	
B	435	439	460	455	447	28,3	30,4	30,9	33,6	30,8	1,01	1,16	1,22	1,25	1,16	
C	414	427	442	449	433	30,1	31,8	34,9	36,0	33,2	1,28	1,33	1,50	1,56	1,42	
NIR _(a = 0,05)	r.n.					r.n.	r.n.				3,3	r.n.				0,16
LSD _(a = 0,05)																
Średnio Mean	434	440	449	453	—	27,4	30,1	31,2	32,0	—	1,16	1,28	1,36	1,39	—	
NIR _(a = 0,05)	r.n.					—				1,9	—				0,07	—
LSD _(a = 0,05)																

A — bez międzyplonu — without out stubble crops; B — gorczyca biała — white mustard as a stubble crop;
C — mieszanka roślin strączkowych z niemotylkowymi — stubble crop a mixture of leguminous plants with non-papilionaceous ones

Intensyfikacja nawożenia azotem zwiększała liczbę oraz masę ziaren z jednej rośliny pszenicy. Każda roślina pszenicy nawożona dawką 120 kg N·ha⁻¹, tworzyła o 16,8% więcej

ziaren niż uprawiana bez nawożenia N, o 6,3% niż po dawce 40 kg oraz nieistotnie mniej niż po zastosowaniu 80 kg·ha⁻¹. Analogicznie masa ziarna w tych warunkach uprawy była większa odpowiednio 19,8% i 8,6% w stosunku do niższych dawek i również nieistotnie większa po zasileniu rośliny testowej dawką 80 kg N·ha⁻¹. Sułek i wsp. (2004) twierdzą, że ważnym na kształtowanie cech plonotwórczych i plonu pszenicy jest szczególnie termin zasilania jej azotem. Wykazali oni, że najwyższą liczbę i masę ziarna z kłosa oraz MTS uzyskuje się w wyniku stosowania nawożenia pogłównego N w trzech terminach: przed siewem, w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia. W badaniach własnych dawka 120 kg N·ha⁻¹, najlepsza pod względem kształtowania cech plonotwórczych, była stosowana właśnie w tych fazach rozwojowych pszenicy. Rutkowska (2002) zwiększanie plonów pszenicy w wyniku intensyfikacji nawożenia azotem tłumaczy zwiększaniem dorodności ziarna wraz z tą intensyfikacją. MTS ziaren pszenicy nawożonej dawką 160 kg N była o 14,5% większa niż uprawa rośliny testowej bez tego nawozu. O istotnym wpływie intensyfikacji nawożenia azotem na poprawę cech plonotwórczych, a głównie dorodności ziarna, wskazują również Gąsiorowska i Makarewicz (2004).

Uprawiając pszenicę jarą po przyoranej biomase roślin strączkowych z niemytłkowymi zarówno liczba, jak i masa ziarna pozyskana z jednej rośliny pszenicy były najwyższe. Liczba ziaren w tych warunkach uprawy była istotnie, o 24,8% większa niż w tradycyjnej uprawie i nieistotnie, o 7,8% niż po przyoraniu gorczycy białej. Masa ziarna różniła się natomiast odpowiednio: w stosunku do wykazanej w uprawie tradycyjnej o 7,6% (różnica nieistotna statystycznie), a po międzyplonie z gorczycy o 22,4%. O bardzo korzystnym wpływie roślin strączkowych uprawianych w międzyplonie na poprawę cech plonotwórczych rośliny następczej informują również Jaskulski i wsp. (2000). Stwierdzili oni, że groch międzyplonowy powodował zwiększenie obsady kłosów jęczmienia jarego o 5,6%, większą liczbę ziaren w kłosie o 9,0% i o 1,1% masę tysiąca ziaren. Podobne wyniki uzyskiwano również po przyorywaniu międzyplonu z łubinu żółtego. W badaniach własnych przyorując gorczycę białą liczba ziaren z 1 rośliny pszenicy była wprawdzie większa o 15,8% niż w uprawie tradycyjnej, jednak ich masa była o 14,5% mniejsza. Zbliżone efekty uzyskali Jaskulski i wsp. (2000) określając, że międzyplon z gorczycy zwiększa nieistotnie obsadę kłosów, nie wpływa na liczbę ziaren w kłosie oraz zmniejsza dorodność ziarna kłosowej rośliny następczej. O korzystnej roli tego elementu zmianowania na kształtowanie się cech plonotwórczych zbóż, w tym liczby i masy ziaren z kłosa informuje Deryło (1990). Kuś i Jończyk (2000) twierdzą natomiast, że oddziaływanie międzyplonów na plonowanie roślin i kształtowanie ich cech plonotwórczych jest zróżnicowane w zależności od warunków siedliskowych i przebiegu pogody w danym roku.

Nie stwierdzono istotnego współdziałania czynników badań na prezentowane cechy plonotwórcze. Nie wykazano również znacznego wpływu czynników badań na liczbę roślin pszenicy jarej, choć nieznacznie mniejsze ich zagęszczenie stwierdzono w warunkach przyorywania międzyplonu niż w uprawie pszenicy bez tego elementu agrotechniki.

PODSUMOWANIE

1. Każda, wyższa i dzielona dawka nawożenia azotem powodowała sukcesywny i istotny wzrost plonów ziarna pszenicy.
2. Przyorowanie biomasy międzyplonu miało różny wpływ na kształtowanie się plonów pszenicy jarej. Po przyoraniu mieszanki plon ziarna był istotnie większy, niż w uprawie bez międzyplonu, a po gorczycy mniejszy.
3. Przyorując pod pszenicę jarą mieszankę strączkowo-niemotylkową lub uprawiając roślinę testową bez międzyplonu wystarczającą dawką nawożenia mineralnego było 80 kg N·ha⁻¹, natomiast przyorując gorczycę białą jeszcze dawka 120 kg N·ha⁻¹ powodowała znaczny wzrost plonu ziarna pszenicy.
4. Plony ziarna pszenicy warunkowane były w mniejszym stopniu przez obsadę roślin, częściowo przez liczbę ziaren a najbardziej przez masę ziarna z rośliny. Najlepszymi cechami plonotwórczymi charakteryzowała się pszenica uprawiana po mieszance międzyplonowej. Pszenica uprawiana po gorczycy białej, mimo zbliżonej obsady roślin i istotnie większej liczbie ziaren z rośliny plonowała słabiej niż pszenica uprawiana bez przyorowanego międzyplonu, a wynikało to głównie z większej masy ziarna, jaką tworzyła pszenica w tych warunkach uprawy.

LITERATURA

- Achremowicz B., Zając J. 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. *Rocz. Nauk Rol. ser. A*, 110, 1–2: 149 — 157.
- Biskupski A., Kaus A., Pabin J., Włodek S. 2004. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wskaźnik powierzchni liści (LAI), średni kąt nachylenia liści (MTA) i plon wybranych odmian pszenicy jarej. *Annales UMCS, sec. E*, 59, 2: 639 — 654.
- Deryło S. 1990. Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianach o różnym udziale zbóż. *Rozprawy Naukowe* 127, AR Lublin: 64 ss.
- Dzienia S. 1990. Wpływ międzyplonów na niektóre właściwości gleby i plonowanie roślin. *Materiały z semin. Nauk. Międzyplony we współczesnym rolnictwie. Szczecin*: 27 — 34.
- Fatyga J., Chrzanowska-Drożdż B., Liszewski M. 1994. Wysokość i jakość plonu pszenicy jarej pod wpływem różnych dawek azotu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 254: 113 — 128.
- Gąsiorowska B., Makarewicz A. 2004. Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie pszenicy jarej. *Annales UMCS, sec. E*, 59, 2: 713 — 720.
- Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F. 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 470*: 49 — 57.
- Kuś J. 1976. Wpływ pogłębionej uprawy oraz nawożenia na plonowanie roślin i kształtowanie się niektórych właściwości gleby w zmianowniach o różnym udziale zbóż. *IUNG Puławy, R(108)*.
- Kuś J., Jończyk K. 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. z. 470*: 59 — 65.
- Kuś J., Filipiak K., Jończyk K. 1991. Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 98: 7 — 22.
- Liszewski M. 1997. Wpływ następczy dwóch form morfologicznych bobiku na plonowanie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 14, 3: 55 — 62.
- Marko T. 1990. Efektivna agrotechnika ozimnej pszenice „Viginta”. *Vedece Prac. Vysk. Ust. Rost. Vyroby., Piestany*, 23: 88 — 97.
- Mazurek J., Kuś J., Maj L. 1992. Wpływ dawek azotu na plonowanie odmian pszenicy jarej w różnych warunkach siedliska. *Biul. IHAR* 181/182: 53 — 69.

- Noworolnik K., Sułek A. 1999. Reakcja pszenicy jarej i jej mieszanek z jęczmieniem na nawożenie azotem. *Pam. Puł. z.* 118: 285 — 291.
- Orlik T. 1998. Nawożenie azotowe jako czynnik plonotwórczy w uprawie jęczmienia ozimego i pszenicy jarej w terenie erodowanym. *Bibl. Fragm. Agron.* 4 A: 355 — 360.
- Rachoń L. 1994. Wpływ wielkości dawek azotu na plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej w warunkach stosowania fungicydu i retardanta. *Ann. UMCS, sec. E*, 49: 37 — 42.
- Ruszkowski M. 1986. Plonowanie pszenicy ozimej w różnych warunkach siedliska i agrotechniki. *IUNG Puławy R.* 214.
- Rutkowska A. 2002. Efektywność różnych dawek azotu w nawożeniu pszenicy jakościowej. *Pam. Puł.* 113: 647 — 652.
- Sułek A. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A. 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. *Annales UMCS, sec. E*, 59, 2: 543 — 551.
- Thorup-Kriestensen K. 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crop. *Fertilizer Research*. 37 (3): 227 — 234.
- Wacławowicz R. 2002. Następczy wpływ różnych form nawożenia organicznego oraz dawek azotu na warunki siedliskowe i plonowanie pszenicy uprawianej po buraku cukrowym. *Cz. 2. Wpływ na plonowanie pszenicy. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.* 445: 171 — 188.
- Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B. 1999. Wpływ uproszczeń uprawy roli i zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w warunkach okresowych niedoborów wody. *Fol. Univ. Agric. Stein., Agricultura* 74: 157 — 162.
- Wojciechowski W. 2000. Efektywność nawożenia mineralnego w połączeniu z uprawą międzyplonów ścierniskowych pod pszenicę ozimą. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 470: 67 — 74.
- Wojciechowski W. 1998. Wpływ zróżnicowanej uprawy późniejszej i przedśiewnej z zastosowaniem dwóch dawek nawozów mineralnych na wzrost i plonowanie pszenicy ozimej. *Cz. II. Wpływ na plonowanie pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 347: 65 — 77.

JERZY GRABIŃSKI

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — PIB, Puławy

Wpływ zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej na wartość wypiekową

The influence of cadmium content in grain on baking quality of spring wheat

Celem badań było określenie związku pomiędzy wybranymi cechami jakości ziarna pszenicy jarej decydującymi o jakości wypiekowej a zawartością kadmu. Materiał do badań stanowiło ziarno pszenicy jarej uzyskane z doświadczeń wazonowych. W badaniach uwzględniono cztery odmiany pszenicy jarej (Eta, Hera, Igna, Sigma). Przeprowadzono dwa niezależne doświadczenia: z glebą o naturalnie niskiej zawartości kadmu i z glebą zanieczyszczoną ($4 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$). Zawartość kadmu w ziarnie określono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej w płomieniu (AAS). Analizy zawartości białka w ziarnie wykonano metodą Kjeldahla. Zawartość glutenu mokrego i suchego oraz indeks glutenu określono przy wykorzystaniu aparatu Glutomatic 2200. Nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy zawartością kadmu w ziarnie i cechami jakości decydującymi o wartości wypiekowej otrzymanej z niego mąki w przypadku uprawy pszenicy na glebie niezanieczyszczonej. Natomiast w eksperymencie przeprowadzonym na glebie zanieczyszczonej kadmem stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zawartością tego pierwiastka w ziarnie a zawartością glutenu (mokrego i suchego) i białka. Indeks glutenu był skorelowany z zawartością kadmu ujemnie.

Słowa kluczowe: białko, gluten, indeks glutenu, kadm, ziarno pszenicy

The aim of the investigation was to define the relationships between baking quality of wheat and cadmium content in grain. The grain for analysis was collected from pot experiments. Four spring wheat cultivars (Eta, Hera, Igna, Sigma) were grown. Two independent experiments were conducted: on uncontaminated soil and on the soil contaminated with $4 \text{ mg Cd} \cdot \text{kg}^{-1}$. Concentration of Cd in grain was measured using flame atomic absorption spectrometry (AAS). Protein content was analyzed by the Kjeldahl method. Wet and dry gluten and gluten index were analyzed with the Glutomatic 2200 apparatus. There were no correlations between cadmium content and grain quality features in grain of wheat obtained from the soil not contaminated by Cd. However, in the experiment conducted on soil contaminated with Cd, significant positive correlations were found between cadmium and gluten (wet and dry) and protein content in grain. Gluten index was correlated negatively with cadmium content in grain.

Key words: cadmium, gluten, gluten index, protein, wheat grain

WSTĘP

Kadm jest metalem ciężkim, toksycznym dla organizmu ludzkiego (Nath i in., 1984). Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) wraz ze Światową Organizacją ds. Wyżywienia i Rolnictwa umieściły kadm w małej grupie pierwiastków najbardziej szkodliwych dla ludzi i określiła Tymczasowe Tygodniowe Tolerowane Pobranie (Provisional Tolerable Weekly Intake-PTWI) w ilości 0,007 mg/kg masy ciała/tydzień (Chaudri i in., 2001).

Pomijając osoby zawodowo narażone na wdychanie kadmu i palaczy tytoniu, głównym źródłem kadmu dla człowieka jest droga pokarmowa, a w szczególności przetwory zbożowe (Hutton, 1982). Szacuje się, że w naszym kraju ponad 40% całej ilości kadmu pobieranego drogą pokarmową pochodzi właśnie z tego źródła (MR i RW 2002). W wielu krajach wprowadzono w obrocie handlowym zbożami limity zawartości omawianego pierwiastka. W Unii Europejskiej limit ten został określony dla ziarna pszenicy na poziomie 0,2 mg/kg (Commission European Communities, 2001).

Badania wielu autorów wykazały, że w obrębie rodzaju *Triticum* istnieje duże zróżnicowanie w ilości pobieranego kadmu z gleby. W szczególności więcej kadmu zawierają ziarniaki pszenicy twardej niż chlebowej (Zook in., 1970; Meyer i in., 1982). Gray i McLaren (2001) zauważyli duże różnice w zawartości kadmu w obrębie tego samego gatunku pszenicy (*Triticum aestivum* L.) reprezentowanego przez odmiany zarejestrowane w Nowej Zelandii. Niektórzy autorzy (Clarke i in., 2002) uważają, że stosunkowo łatwo jest uzyskać odmiany o genetycznie uwarunkowanej małej ilości kadmu w ziarnie, ale nie zawsze udaje się przy tym utrzymać cechy decydujące o jakości ziarna na odpowiednim poziomie i dlatego istnieje potrzeba rozpoznania związku poziomu akumulacji kadmu w ziarnie z cechami decydującymi o ich wartości użytkowej, takimi jak plon ziarna, zawartość białka, wielkość ziarniaków czy zawartość składników mineralnych.

Celem badań było określenie związku pomiędzy zawartością kadmu w ziarnie a wybranymi cechami ziarna pszenicy decydującymi o jakości wypiekowej otrzymanej z niego mąki.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło ziarno pszenicy jarej uzyskane z doświadczeń wazonowych przeprowadzonych w latach 1996–1997, w których obiektem badań były wybrane odmiany (Eta, Hera, Igna, Sigma) różniące się genetycznie uwarunkowanymi cechami jakości istotnymi dla przemysłu piekarniczego. Odmiany wysiewano w wazonach plastikowych wypełnionych 9 kg gleby o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego pylastego, o uregulowanym odczynie (pH 6,6) i wysokiej zasobności w fosfor, potas i magnez. Zastosowano dwa poziomy zanieczyszczenia gleby kadmem: naturalny (śladowe ilości w glebie) i wysoki (zanieczyszczenie uzyskane poprzez dodanie kadmu w ilości 4 mg Cd·kg⁻¹ w formie CdSO₄). W przeliczeniu na 1 wazon stosowano 0,99 g fosforu oraz 2,43 g potasu. Nawożenie azotem stosowano w 2 dawkach: 1,2 g N/wazon przedsięwnie oraz 1,2 g N/wazon w fazie strzelania w źdźbło. Ziarno zbierano po

osiągnięciu dojrzałości pełnej. Po zmieleniu poddawano je procesowi spalania w piecu muflowym. Popiół rozpuszczano w stężonym kwasie azotowym a po jego odparowaniu w 3 molowym roztworze kwasu solnego. Analizę zawartości kadmu wykonano metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (AAS). Do kontroli oznaczeń używano materiał referencyjny z NIST (National Institute of Standards and Technology). Dla określenia związku pomiędzy zawartością kadmu a cechami decydującymi o przydatności na cele piekarnicze wykonano analizy zawartości białka w ziarnie metodą Kjeldahla wykorzystując współczynnik 5,7. Zawartość glutenu mokrego i suchego oraz indeks glutenu określono przy wykorzystaniu aparatu Glutomatic 2200 wg międzynarodowych norm (odpowiednio ICC 137 oraz ICC 155) w czterech powtórzeniach. Analizy statystyczne wykonano z wykorzystaniem analizy wariancji oceniając istotność różnic testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Największą ilość kadmu w ziarnie uzyskanym z wazonów wypełnionych glebą charakteryzującą się naturalnie niskim poziomem zawartości kadmu stwierdzono u pszenicy odmiany Igna (tab. 1). Ziarno tej odmiany charakteryzowało się najniższą zawartością glutenu, ale jego jakość określona indeksem była najwyższa. Natomiast najmniejszą ilość kadmu stwierdzono w odmianie Hera, której gluten charakteryzował się zdecydowanie najniższym indeksem.

Tabela 1

Średnia zawartość kadmu w ziarnie pszenicy jarej oraz średnie wartości cech decydujących o jakości wypiekowej pszenicy rosnącej w glebie niezanieczyszczonej kadmem (SD Puławy-Osiny)
Mean cadmium content in grain and mean values of baking quality features of spring wheat grown on soil not contaminated with cadmium (Exp. Station Puławy-Osiny)

Odmiana Cultivar			
Igna	Sigma	Eta	Hera
Zawartość kadmu w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ — Cadmium content in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (NIR /LSD -0,028)			
0,14±0,057	0,11±0,033	0,11±0,018	0,10±0,020
Zawartość glutenu mokrego w % — Wet gluten content in % (NIR / LSD -2,54)			
34,70±5,05	36,48±3,09	39,70±8,05	37,72±6,52
Zawartość glutenu suchego w % — Dry gluten content in % (NIR / LSD -0,74)			
11,09±1,68	11,64±0,87	12,50±2,63	11,88±2,08
Indeks glutenu w % — Gluten index in % (NIR /LSD — 15,09)			
90,0±11,86	72,5±16,38	46,1±14,10	37,7±16,61
Zawartość białka w % — Protein content in % (NIR / LSD -0,88)			
14,24±1,38	13,66±0,79	14,80±1,20	14,18±1,23

± Odchylenie standardowe; Standard deviation

W warunkach wysokiego zanieczyszczenia gleby kadmem zawartości tego pierwiastka w ziarnie poszczególnych odmian była zasadniczo odmienna niż na glebie nie zanieczyszczonej. Największą zawartość kadmu stwierdzono w ziarniakach pszenicy odmiany Sigma, u której takie cechy jakości jak zawartość glutenu mokrego i suchego były na wysokim poziomie (tab. 2). Ciekawe, że najmniej kadmu zawierało ziarno odmiany

Igna, które charakteryzowało się nieco mniejszą (o 2%–9%) zawartością glutenu, ale był on zdecydowanie najmocniejszy (najwyższy indeks glutenu).

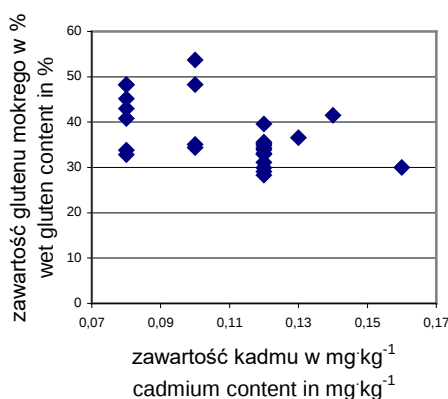
Tabela 2

Średnia zawartość kadmu w ziarnie pszenicy jarej oraz średnie wartości cech decydujących o jakości wypiekowej pszenicy rosnącej w glebie zanieczyszczonej kadmem w ilości 4mg Cd·kg⁻¹ (SD Puławy Osiny)
Mean cadmium content in grain and mean values of baking quality features of spring wheat grown on soil contaminated by 4mg Cd·kg⁻¹ (Exp. Station Puławy-Osiny)

Odmiana Cultivar			
Igna	Sigma	Eta	Hera
Zawartość kadmu w mg·kg ⁻¹ — Cadmium content in mg·kg ⁻¹ (NIR /LSD -0,48)			
1,59±0,34	2,24±0,62	1,79±0,40	2,00±0,35
Zawartość glutenu mokrego w % — Wet gluten content in % (NIR /LSD -1,89)			
36,00±3,12	39,27±5,42	39,69±1,87	38,36±3,72
Zawartość glutenu suchego w % — Dry gluten content in % (NIR / LSD -0,59)			
11,49±0,87	12,63±2,05	12,40±0,61	12,27±1,25
Indeks glutenu w % — Gluten index in % (NIR / LSD -20,1)			
91,1±10,95	73,0±14,18	50,8±5,66	34,0±13,65
Zawartość białka w % — Protein content in % (NIR / LSD — r.n./not significant differences)			
14,39±0,73	14,19±1,14	14,99±0,54	14,42±0,94

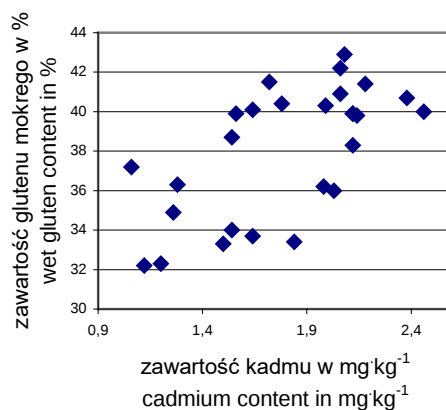
± Odchylenie standardowe; Standard deviation

Przeprowadzona analiza związku zawartości kadmu w ziarnie z cechami jakości ziarna decydującymi o ich przydatności do wypieku pieczywa wykazała brak istotnej korelacji w tym względzie w przypadku pszenicy uprawianej na glebie nie zanieczyszczonej (rys. 1).



Rys. 1. Zawartość glutenu mokrego w zależności od zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej (gleba niezanieczyszczona) (n = 26; r²= 0,05)

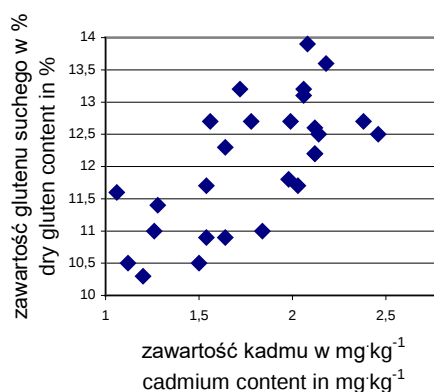
Fig. 1. Wet gluten content depending on cadmium content in grain of spring wheat (soil not contaminated)



Rys. 2. Zawartość glutenu mokrego w zależności od zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej (gleba zanieczyszczona 4 mg Cd·kg⁻¹) (n = 26; r²=0,41; p = 0,000358; y = 0,075638 x – 1,08278)

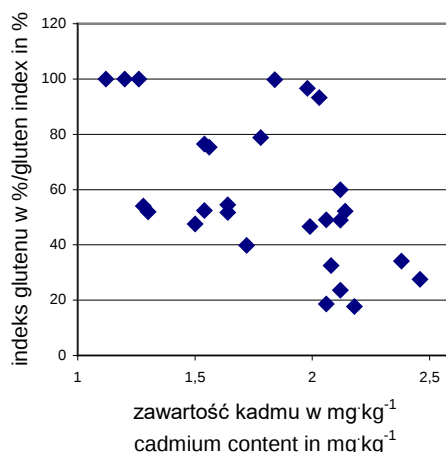
Fig. 2. Wet gluten content depending on cadmium content in grain of spring wheat (soil contaminated with 4 mg Cd·kg⁻¹)

Natomiast w warunkach gleby zanieczyszczonej zależność taka była duża. Wyrażała się ona dodatnią korelacją pomiędzy zawartością glutenu mokrego i suchego oraz białka a zawartością kadmu (rys. 2, 3). Pobieranie kadmu z zawartością białka łączyła Grant (2001). W badaniach tej autorki wraz ze wzrostem zawartości białka rosła ilość kadmu w ziarnie. Przy czym czynnikiem decydującym o wzroście zawartości białka było nawożenie azotem.



Rys. 3. Zawartość glutenu suchego w zależności od zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej (gleba zanieczyszczona 4 mg Cd·kg⁻¹) (n = 26; r² = 0,46; p = 0,000108; y = 0,264868 x – 1,39956)

Fig. 3. Dry gluten content depending on cadmium content in grain of spring wheat (soil contaminated with 4 mg Cd·kg⁻¹)



Rys. 4. Indeks glutenu w zależności od zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej (gleba zanieczyszczona 4 mg Cd·kg⁻¹) (n = 26; r² = 0,28; p = 0,004833; y = 0,00782 x + 2,260245)
Fig. 4. Gluten index depending on cadmium content in grain of spring wheat (soil contaminated with 4 mg Cd·kg⁻¹)

Indeks glutenu określający jego jakość skorelowany był ujemnie z zawartością kadmu w ziarnie (rys. 4). Oznacza to istnienie tendencji do zwiększonego pobierania kadmu przez odmiany o gorszym glutenie. Reasumując należy stwierdzić, że przeprowadzone badania potwierdziły wykazane przez Clark wsp. (2002) związki korelacyjne pomiędzy cechami jakości ziarna a zawartością w nim kadmu.

WNIOSKI

1. Zawartość kadmu w ziarnie pszenicy jarej rosnącej w warunkach gleby niezanieczyszczonej była niezależna od zawartości białka w ziarnie oraz ilości glutenu mokrego i suchego.
2. Pobieranie kadmu przez pszenicę jarą z gleby zanieczyszczonej było w ścisłym związku korelacyjnym z analizowanymi cechami jakości ziarna.

LITERATURA

- Chaudri A. M., Allain C. M. G., Badawy S. H., Adams M. L., McGrath S. P., Chambers B. J. 2001. Cadmium content of wheat grain from a long term field experiment with sewage sludge. *J. Environ. Quality* 30: 1575 — 1580.
- Clarke J. M., Norvell W. A., Clarke F. R., Buckley W. T. 2002. Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Canadian J. Plant Sci.* 82: 27 — 33.
- Commission of the European Communities. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Commission Regulation 466, 2001. *Official J. Eur. Communities L* 77: 1 — 13.
- Grant C. A. 2001. Seeding date, environmental conditions and application effect on quality of durum wheat: protein level and Cd concentration. <http://www.gov.mb.ca/agriculture/research/ardi/projects/98-146.html>.

- Gray C. W., McLaren R. G. 2001. Cadmium concentration in some New Zealand wheat grain. *New Zealand Crop Hort. Sci.* 29: 125 — 136.
- Greger M., Lofstedt M. 2004. Comparison of uptake and distribution of cadmium in different cultivars of bread and durum wheat. *Crop Sci.* 44: 501 — 507.
- Hutton M. 1982. Cadmium in the European Community: A prospective assessment of sources, human exposure and environmental impact. Monitoring and Assessment Res. Centre. Tech. Rep., 26, Univ. of London, UK.
- McLaughlin M. J., Maier N. A., Correl R. L., Smart M. K., Sparrow L. A., McKay A. 1999. Prediction of cadmium concentration in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) by pre-plant soil and irrigation water analyses. *Australian J. Soil Res.* 37: 191 — 207.
- McLaughlin M. J., Palmer L. T., Tiller K. G., Beech T. A., Smart M. K. 1994. Increased soil salinity causes elevated cadmium concentration in field-grown potato tubers. *J. Environ. Quality* 23: 1013 — 1018.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Rada Monitoringu Jakości Gleb, Roślin, Produktów Rolniczych i Spożywczych: Raport z badań monitoringowych jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 2001 roku. Warszawa 2002.
- Nath R., Prasad R., Palinal V. K., Chopra R. K. 1984. Molecular basis of cadmium accumulation. *Progr. Food Nutr. Sci.* 18: 109 — 163.
- Norvell W. A., Wu J., Hopkins D. G., Welch R. M. 2000. Association of cadmium in durum wheat grain with soil chloride and chelate-extractable soil cadmium. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 2162 — 2168.
- Smolders E., Lambregts R. M., McLaughlin M. J., Tiller K. G. 1998. Effect of soil solution chloride on cadmium availability to Swiss Chard. *J. Environ. Qual.* 27: 426 — 431.
- Zook E. G., Greene F. E., Morris E. R. 1970. Nutrient composition of selected wheat's and wheat products. *Cereal Chem.* 47: 720 — 731.

DANUTA LESZCZYŃSKA**KAZIMIERZ NOWOROLNIK**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — PIB, Puławy

Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu

Comparison of response of six-row and two-row winter barley cultivars to nitrogen fertilization level and sowing date

W doświadczeniu mikropoletkowym w latach 1998–1999 badano reakcję 3 odmian dwurzędowych i 3 wielorzędowych jęczmienia ozimego na nawożenie azotem (0, 30, 60, 90) oraz termin siewu (7–9, 17–19 i 27–29 IX). W latach 2000–2001 podobne doświadczenia wykonano z dwoma innymi odmianami dwurzędowymi i trzema wielorzędowymi. Wszystkie odmiany jęczmienia ozimego reagowały wzrostem plonu ziarna w miarę zwiększania dawki nawożenia azotem do 60 kg/ha. Odmiany wielorzędowe (w szczególności Bursztyn) wykazywały większe zwwyżki plonu niż odmiany dwurzędowe. Interakcja odmian z nawożeniem w latach 1998–1999 polegała na większym wzroście plonu odmian wielorzędowych przy dawce N-90 kg/ha, w odróżnieniu od odmian dwurzędowych. Wysoki plon przy wczesnym terminie siewu (7–9 września) osiągnięto w przypadku dobrego przezimowania jęczmienia. W warunkach złego przezimowania (1998–1999) wskutek porażenia pleśnią śniegową i wyprzenia roślin nastąpiło znaczne zmniejszenie plonu przy wczesnym terminie siewu w porównaniu z późniejszymi terminami (17–29 września). W większej mierze dotyczyło to odmian dwurzędowych. Najbardziej odpowiedni dla jęczmienia ozimego okazał się średni termin siewu (17–19 września). Odmiany dwurzędowe (w szczególności Bombay) są bardziej wrażliwe na opóźnienie siewu od odmian wielorzędowych. Zróżnicowanie plonu ziarna pod wpływem badanych czynników było głównie skutkiem zmian liczby kłosów na jednostce powierzchni, ponieważ zmienność liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren była znacznie mniejsza.

Słowa kluczowe: jęczmień ozimy, nawożenie azotem, odmiany, plon ziarna, termin siewu

The response of 3 two-row and 3 six-row cultivars of winter barley to nitrogen fertilization (0, 30, 60, 90 kg N/ha) and sowing date (7–9, 17–19 and 27–29 September) was investigated in microplot experiments in the years 1998–1999. The response of 2 another two-row and 3 six-row cultivars was investigated in similar experiments in the years 2000–2001. All the cultivars responded with increase of grain yield to the increase of nitrogen fertilization up to 60 kg N per ha. The six-row cultivars (especially Bursztyn) showed higher increase than the two-row cultivars. In the years 1998–1999, interaction of the cultivars and nitrogen fertilization at the dose of 90 kg per ha was caused by higher yield increase of the six-row cultivars as compared to the two-row cultivars. High yield was reached at the early sowing time and good winter survival. Under poor survival caused by smothering and snow

mould infection the yields were smaller at the early sowing date (especially for the two-row cultivars). The medium date was most suitable for winter barley. The two-row cultivars (in particular Bombay) were more sensitive to delayed sowing when compared to the six-row ones. Variability of grain yield, in dependence on the studied factors, was related to differentiation in number of ears per unit area, but the seed number per ear and weight of 1000 seeds did not vary significantly.

Key words: cultivars, grain yield, nitrogen fertilization, sowing date, winter barley

WSTĘP

Duża liczba nowych odmian jęczmienia ozimego wpisanych do Rejestru i proponowanych do rejonizacji w ostatnich latach wskazuje na konieczność określenia reakcji tych odmian na główne czynniki agrotechniczne. Ważnym czynnikiem plonotwórczym jest nawożenie azotem, które dodatkowo wpływa na liczbę kłosów na jednostce powierzchni, liczbę ziaren w kłosie, plon ziarna i zawartość białka w ziarnie jęczmienia (Andersen, 1985; Denner i in., 1986; Farack i in., 1987; Noworolnik, 1987, 1988, 1992). Wpływ terminu siewu na plonowanie jęczmienia ozimego zależy w dużym stopniu od warunków pogodowych w jesieni i zimie (Ambolet i in., 1986; Fatyga, 1987; Noworolnik, 1987, 1988, 1991; Olsen, 1986). Wczesny termin siewu daje lepsze wyniki od terminu późniejszego w przypadku krótkiej jesieni, natomiast w warunkach długiej jesieni i srogiej zimy nadmiernie wyrosnięty jęczmień z wczesnych zasiewów jest bardziej wrażliwy na mróz lub na pleśń śniegową i wyprzenie pod śniegiem.

W dotychczasowych doświadczeniach mikropoletkowych i polowych z odmianami wielorzędowymi stwierdzono niejednakową ich reakcję na nawożenie azotem i termin siewu (Fatyga, 1987; Leszczyńska, Noworolnik, 2002; Noworolnik, 1987, 1988). W literaturze brakuje informacji na temat wymagań agrotechnicznych niedawno wyhodowanych odmian jęczmienia ozimego. Są natomiast informacje pośrednie w publikacjach COBORU (2002, 2003) i Bundessortenamt (2000, 2001), porównujące plenność i właściwości użytkowe zarejestrowanych odmian. Na podstawie wyników badań COBORU, spośród odmian dwurzędowych — Bombay jest znacznie plenniejsza niż odmiana Tiffany. Nowe odmiany wielorzędowe (Bażant, Bursztyn, Lomerit) charakteryzują się wyższą plennością od odmian dwurzędowych. Najlepszym przezimowaniem odznacza się odmiana Bażant. Odmiany Bombay i Bażant cechują się lepszą odpornością na wyleganie oraz wyższą zawartością białka w ziarnie. W badaniach prowadzonych w Niemczech, z ich odmianami rodzimymi (Bundessortenamt, 2000, 2001) również wyższe plony dawały odmiany wielorzędowe, w szczególności Lomerit. Wśród odmian dwurzędowych, wysokim plonem ziarna wyróżniała się Regina, a następnie Bombay.

Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie reakcji nowych zarejestrowanych odmian jęczmienia ozimego i proponowanych do rejonizacji w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna na wzrastający poziom nawożenia azotem i zróżnicowany termin siewu. Interesujące jest porównanie reakcji odmian dwurzędowych i wielorzędowych na badane czynniki.

W hipotezie roboczej zakładano słabszy wzrost plonu ziarna odmian dwurzędowych niż wielorzędowych pod wpływem nawożenia azotem ze względu na silniejsze rozkrzewienie

produkcyjne (uwarunkowane genetycznie) odmian dwurzędowych. Z uwagi na gorszą zimotrwałość odmian dwurzędowych można spodziewać się większego zróżnicowania ich plonu pod wpływem terminu siewu.

MATERIAŁ I METODY

W Stacji Doświadczeń Wegetacyjnych IUNG w Puławach przeprowadzono cztery dwuczynnikowe doświadczenia mikropoletkowe z odmianami jęczmienia ozimego (dwurzędowymi: Tiffany, BKH 2096, POA 1794, Bombay, Regina i wielorzędowymi: Tramp, MAD 697, KRC 197, Bursztyn, Bażant, POA 1898), metodą losowanych podbloków, w 4 powtórzeniach. Tiffany, Bombay i Regina są odmianami niemieckimi, a pozostałe odmianami polskimi. Spośród badanych trzech odmian niemieckich, dwie zostały zrejonizowane w Polsce — Tiffany (1999) i Bombay (2001). Z ośmiu rodów polskich zostały wpisane do Rejestru jako odmiany: Tramp (1998), Bażant (2002) i Bursztyn (2003). Pozostałe rody zostały wycofane z badań rejestrowych z powodu niewystarczającej wartości gospodarczej.

W pierwszym doświadczeniu (1998–1999) uwzględniono nawożenie azotem: 0, 30, 60, 90 kg N/ha oraz sześć odmian: Tiffany, BKH 2096, POA 1794 (dwurzędowe) i Tramp, MAD 697, KRC 197 (wielorzędowe). W drugim doświadczeniu (2000–2001) badano takie same poziomy nawożenia azotem i inne odmiany: Bombay, Regina (dwurzędowe) i Bursztyn, Bażant, POA 1898 (wielorzędowe). W trzecim doświadczeniu (1998–1999) uwzględniono trzy terminy siewu: 7–9, 17–19, 27–29 września i odmiany: Tiffany, BKH 2096, POA 1794, Tramp, MAD 697, KRC 197. W kolejnym doświadczeniu (2000–2001) badano trzy terminy siewu: 7–9, 17–19, 27–29 września i odmiany: Bombay, Regina (dwurzędowe) i Bursztyn, Bażant, POA 1898 (wielorzędowe). Doświadczenia zakładano na glebie kompleksu pszennego dobrego (piasek gliniasty mocny, zalegający na glinie lekkiej) w stanowisku po ziemniaku. Zasobność gleby w P, K i Mg była wysoka. Stosowano nawożenie: 50 kg P_2O_5 /ha, 70 kg K_2O /ha. W doświadczeniu z terminami siewu zastosowano dawkę azotu w wysokości 60 kg N/ha. Doświadczenia z nawożeniem N zakładano w terminie 10–12 września. Gęstość siewu wynosiła 350 ziaren/ m^2 . Jęczmień ozimy wysiewano ręcznie, rozstawa rzędów wynosiła 11 cm, wielkość poletka do zbioru 1 m^2 . Rośliny w czasie wegetacji zabezpieczano przed wyleganiem (mechanicznie), ręcznie usuwano chwasty i podlewano w przypadku suszy. Do zwalczania chorób i szkodników stosowano preparaty: Tango 500 SC i Decis 2,5 EC, zgodnie z zaleceniami IOR. Określono plon ziarna i podstawowe elementy jego struktury: liczbę kłosów z poletka, liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren, rozkrzewienie produkcyjne (liczba kłosów z przeciętnej rośliny w trakcie zbioru). Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji i półprzedziałów ufności Tukeya. Na początku wiosny wykonano ocenę przetrzymywania jęczmienia (procent roślin pozostałych po zimie w odniesieniu do liczby roślin po wschodach). Określono wypadanie roślin poprzez liczenie roślin na poletku w trakcie zbioru i oznaczenie procentowego ubytku roślin w odniesieniu do liczby roślin po wschodach.

Warunki pogodowe w sezonach 1997–1998 i 1998–1999 były mniej sprzyjające dla wegetacji jęczmienia ozimego niż w sezonach 1999–2000 i 2000–2001. Było to związane z długim zaleganiem pokrywy śnieżnej na niezamarzniętej glebie w sezonach 1997–1998 i 1998–1999, co przyczyniło się do strat roślin (wypadanie) spowodowanych przez porażenie pleśnią śniegową i przez wyprzenie roślin, szczególnie w warunkach wczesnego terminu siewu. W sezonach 1999–2000 i 2000–2001 obserwowano dobre warunki dla przetrzymywania jęczmienia. Wystąpienie umiarkowanej suszy wiosennej w latach 1999 i 2000 (lata zbioru) nie wpłynęło ujemnie na wegetację jęczmienia ozimego, który jest gatunkiem mało wrażliwym na niedobór opadów wiosną ze względu na wczesne dojrzewanie. Z uwagi na nieistotność interakcji czynników doświadczenia z latami 1997–1998 i 1998–1999, a także z latami 1999–2000 i 2000–2001 z powodu nieróżniącego się znacznie przebiegu pogody w latach wymienionych cyklów badawczych przedstawiono w tabelach średnie z dwulecia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wzrastający poziom nawożenia azotem wpływał dodatnio na plon ziarna odmian jęczmienia ozimego (tab. 1, 2). Uzyskano istotny wzrost plonu jęczmienia (średnio z odmian) w miarę zwiększania dawki N do 60 kg/ha w obu cyklach badawczych. Zwyżka plonu przy dawce N — 90 kg/ha była nieistotna. W latach 1998–1999 stwierdzono współdziałanie między dawką azotu a odmianami (tab. 1).

Słabszą reakcją na poziom nawożenia N charakteryzowały się odmiany dwurzędowe, szczególnie BKH 2096 i POA 1794, które wykazały tendencję do zniżki plonu ziarna przy dawce N — 90 w stosunku do dawki N — 60 kg/ha. Większe zwyżki plonu wraz ze wzrostem poziomu nawożenia N wykazały odmiany wielorzędowe, zwłaszcza MAD 697, która jako jedyna plonowała istotnie wyżej przy dawce N — 90 kg/ha w porównaniu z dawką N — 60 kg/ha. W latach 2000–2001 odmiany dwurzędowe mniej się różniły pod tym względem od odmian wielorzędowych (tab. 2). Silniejszą dodatnią reakcją na azot charakteryzowała się wielorzędowa odmiana Bursztyn, która wyróżniała się największymi zwyżkami plonu przy dawkach N — 60 i 90 w stosunku do 0 i 30 kg N/ha. Dwurzędowa odmiana Bombay okazała się średnio reagującą na poziom nawożenia azotem.

Wzrost plonu ziarna odmian jęczmienia pod wpływem nawożenia N był efektem zwiększania się liczby kłosów na jednostce powierzchni, wskutek lepszego rozkrzewienia roślin. Zmiany liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren pod wpływem dawek N były niewielkie. Niższą liczbę ziaren w kłosie w warunkach braku nawożenia azotem stwierdzono u trzech odmian: BKH 2096, POA 1794, Tramp w cyklu badawczym 1998–1999 i u dwu odmian: Bursztyn i Bażant w cyklu badawczym 2000–2001 (tab. 1, 2).

Wpływ terminu siewu na plonowanie jęczmienia ozimego był niejednakowy w obu cyklach badawczych. W latach 1998–1999, przy średnim terminie siewu uzyskano istotnie wyższy plon ziarna (średnio z odmian) w stosunku do wczesnego terminu siewu i tendencję do wyższego plonu w porównaniu z późnym terminem siewu (tab. 3).

Tabela 1

**Wpływ nawożenia azotem (N) na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian (O) jęczmienia ozimego.
1998–1999**

Effect of nitrogen rate (N) on grain yield and yield components of winter barley cultivars (O). 1998–1999

Odmiana Cultivar	Dawka N N rate kg/ha	Plon ziarna Grain yield g/m ²	Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains g
Tiffany* (brow.)	0	678	724	20,5	45,7
	30	763	795	20,8	46,1
	60	807	830	21,0	46,2
	90	835	863	21,3	45,4
	$\bar{x}$	771	803	20,9	45,8
BKH 2096*	0	684	737	20,8	44,5
	30	798	785	22,7	44,7
	60	934	856	24,1	45,3
	90	920	909	22,9	44,6
	$\bar{x}$	834	822	22,6	44,8
POA 1794*	0	698	775	21,5	41,9
	30	736	798	22,6	40,8
	60	859	876	24,4	40,2
	90	832	907	22,6	40,6
	$\bar{x}$	781	839	22,8	40,9
Tramp	0	873	523	37,7	44,3
	30	985	552	41,4	43,1
	60	1047	581	39,5	45,6
	90	1096	593	40,0	46,2
	$\bar{x}$	1000	562	39,6	44,8
MAD 697	0	879	517	42,4	40,1
	30	958	552	42,4	40,9
	60	1073	602	43,3	41,1
	90	1167	664	43,0	40,9
	$\bar{x}$	1019	584	42,8	40,7
KRC 197	0	839	456	42,3	43,4
	30	902	490	42,1	43,7
	60	943	531	40,2	44,2
	90	1076	557	44,8	43,1
	$\bar{x}$	940	509	42,3	43,6
Średnio Mean	0	775	622	30,9	43,3
	30	857	662	32,0	43,2
	60	944	713	32,1	43,8
	90	987	749	32,4	43,5
NIR _{0,05} dla: — LSD _{0,05} for:					
N		61	55	r.n.	r.n.
O		63	58	2,2	2,7
N × O		71	r.n.	3,1	r.n.

* Dwurzędowa — Two-row
Brow. — Browarna — Brewery

Wczesny termin siewu wpłynął ujemnie na plon także w porównaniu z późnym terminem. Stwierdzono współdziałanie terminu siewu z odmianami. Odmiany dwurzędowe: BKH 2096 i POA 1794 plonowały istotnie niżej przy późnym terminie siewu

w porównaniu z terminem średnim, podczas gdy niżka plonu odmian wielorzędowych i dwurzędowej Tiffany przy terminie późnym była nieistotna.

Tabela 2

**Wpływ nawożenia azotem (N) na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian (O) jęczmienia ozimego.
2000–2001**
**Effect of nitrogen rate (N) on grain yield and yield components of winter barley cultivars (O).
2000–2001**

Odmiana Cultivar	Dawka N N rate kg/ha	Plon ziarna Grain yield g/m ²	Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains g
Bombay*	0	907	846	19,8	54,2
	30	1002	909	20,1	54,9
	60	1107	961	20,7	55,5
	90	1158	982	21,7	54,3
	$\bar{x}$	1044	925	20,6	54,7
Regina*	0	896	771	22,0	52,9
	30	955	828	22,3	51,8
	60	994	853	22,5	51,7
	90	1080	922	22,0	53,2
	$\bar{x}$	981	844	22,2	52,4
Bursztyn	0	1057	662	30,8	51,9
	30	1205	697	33,2	52,0
	60	1376	728	35,8	52,8
	90	1385	752	35,6	51,7
	$\bar{x}$	1256	710	33,8	52,1
Bażant	0	963	655	31,7	46,3
	30	1132	688	35,1	46,9
	60	1209	697	36,3	47,8
	90	1230	719	36,1	47,4
	$\bar{x}$	1134	690	34,8	47,1
POA 1898	0	1092	678	34,6	46,5
	30	1133	719	33,5	47,0
	60	1159	735	32,8	48,1
	90	1217	768	33,3	47,6
	$\bar{x}$	1150	725	33,5	47,3
Średnio Mean	0	983	722	28,0	50,4
	30	1085	768	28,8	50,5
	60	1169	795	29,6	51,2
	90	1214	829	29,7	50,8
NIR _{0,05} dla: — LSD _{0,05} for:					
N		67	58	1,5	r.n.
O		70	61	1,7	2,5
N × O		r.n.	r.n.	2,8	r.n.

* Dwurzędowa — Two-row

W latach 2000–2001 stwierdzono istotny spadek plonu ziarna jęczmienia (średnio z odmian) przy późnym terminie siewu w stosunku do terminu wczesnego (tab. 4). Poszczególne odmiany reagowały niejednakowo na opóźnianie siewu. Największym spadkiem plonu przy stopniowym opóźnianiu siewu charakteryzowała się dwurzędowa odmiana Bombay. Dwurzędowa Regina i wielorzędowa POA 1898 reagowały istotną

zniżką plonu przy trzecim terminie siewu w stosunku do pierwszego, a wielorzędowy Bursztyn i Bażant nie zmieniały istotnie plonu w zależności od terminu siewu.

Tabela 3

Wpływ terminu siewu (T) na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian (O) jęczmienia ozimego.

1998–1999

Effect of sowing date (T) on grain yield and yield components of winter barley cultivars (O). 1998–1999

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date	Plon ziarna Grain yield g/m ²	Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains g
Tiffany*	7-9 IX	702	778	21,9	41,1
	17-19 IX	921	796	24,8	46,7
	27-29 IX	904	755	25,2	47,5
	$\bar{x}$	842	776	23,9	45,1
BKH 2096*	7-9 IX	711	761	22,2	42,0
	17-19 IX	978	873	24,7	45,3
	27-29 IX	883	807	22,9	47,8
	$\bar{x}$	857	814	23,3	45,0
POA 1794*	7-9 IX	647	725	22,8	39,2
	17-19 IX	942	856	25,9	42,4
	27-29 IX	785	718	24,9	43,9
	$\bar{x}$	791	766	24,5	41,8
Tramp	7-9 IX	990	628	39,0	40,6
	17-19 IX	1107	619	42,4	42,2
	27-29 IX	1085	596	42,3	43,0
	$\bar{x}$	1061	614	41,2	41,9
MAD 697	7-9 IX	1006	686	38,0	38,6
	17-19 IX	1127	680	41,7	39,7
	27-29 IX	1141	657	41,9	41,4
	$\bar{x}$	1091	674	40,5	39,9
KRC 197	7-9 IX	1018	638	38,6	41,3
	17-19 IX	1108	610	41,7	43,6
	27-29 IX	1110	602	42,0	44,0
	$\bar{x}$	1079	617	40,8	42,9
Średnio Mean	7-9 IX	846	703	30,4	40,5
	17-19 IX	1031	739	33,5	43,3
	27-29 IX	985	689	33,2	44,6
NIR _{0,05} dla: — LSD _{0,05} for:					
T		66	r.n.	1,8	2,6
O		68	60	2,0	2,9
T × O		79	67	2,6	3,8

* Dwurzędowa, Two-row

Dodatni wpływ opóźnienia terminu siewu na plon ziarna zarówno dwurzędowych, jak i wielorzędowych odmian jęczmienia w latach 1998–1999 (odmiennie niż w latach 2000–2001) był związany z różnymi warunkami pogodowymi w okresie jesieni i zimy w badanych okresach wegetacyjnych. Niższe plony przy wczesnym terminie siewu w pierwszym cyklu były spowodowane gorszym przezimowaniem roślin wskutek porażenia pleśnią śniegową i wyprzieniem. Średnie (z odmian) wypadanie roślin przy pierwszym terminie siewu wynosiło 17%, przy drugim terminie — 9%, a przy trzecim

terminie — 5%, w stosunku do wczesnych roślin. Znaczniejsze wypadanie odmian dwurzędowych (23% przy pierwszym terminie) przyczyniło się do większej zniżki ich plonu w stosunku do odmian wielorzędowych.

Obserwowano tendencję do zmniejszania liczby kłosów na jednostce powierzchni przy trzecim terminie siewu, w szczególności u dwurzędowych odmian: BKH 2096, POA 1794 (1998–1999) i Bombay (2000–2001). Zmiany cech produkcyjności kłosa pod wpływem terminu siewu stwierdzono tylko w latach 1998–1999. Przy wczesnym terminie siewu otrzymano niższą liczbę ziaren w kłosie i mniejszą masę 1000 ziaren, zwłaszcza w przypadku odmian dwurzędowych (tab. 3, 4).

Tabela 4

**Wpływ terminu siewu (T) na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian (O) jęczmienia ozimego.
2000–2001**

Effect of sowing date (T) on grain yield and yield components of winter barley cultivars (O), 2000–2001

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date	Plon ziarna Grain yield g/m ²	Liczba kłosów na 1m ² Ear number per 1 m ²	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains g
Bombay*	7-9 IX	1182	952	23,1	53,8
	17-19 IX	1064	891	21,6	55,2
	27-29 IX	948	837	21,2	53,5
	$\bar{x}$	1065	893	21,9	54,2
Regina*	7-9 IX	1030	845	23,8	51,3
	17-19 IX	982	809	23,2	52,2
	27-29 IX	903	793	21,9	52,0
	$\bar{x}$	972	816	22,9	51,8
Bursztyn	7-9 IX	1232	709	34,6	50,2
	17-19 IX	1201	688	34,0	51,3
	27-29 IX	1266	671	35,1	53,7
	$\bar{x}$	1233	689	34,6	51,7
Bażant	7-9 IX	1207	756	35,9	44,5
	17-19 IX	1231	733	36,2	46,4
	27-29 IX	1175	780	33,5	45,0
	$\bar{x}$	1204	756	35,2	45,3
POA 1898	7-9 IX	1259	807	34,8	44,8
	17-19 IX	1212	714	36,7	46,2
	27-29 IX	1124	756	33,5	44,4
	$\bar{x}$	1198	759	35,0	45,1
Średnio Mean	7-9 IX	1182	814	30,4	48,9
	17-19 IX	1138	768	30,3	50,3
	27-29 IX	1083	766	29,0	49,7
NIR _{0,05} dla: — LSD _{0,05} for:					
T		73	r.n.	r.n.	r.n.
O		71	59	2,2	2,8
T × O		84	69	r.n.	r.n.

* Dwurzędowa — Two-row

Odmiany wielorzędowe dawały istotnie wyższe plony ziarna od odmian dwurzędowych, dzięki znacznie większej liczbie ziaren w kłosie, pomimo mniejszej liczby kłosów na jednostce powierzchni i mniejszej masy 1000 ziaren (tab. 1–4). Spośród pięciu odmian

dwurzędowych, wyższym plonem ziarna (dzięki większej liczbie kłosów na poletku) cechowały się: Bombay i BKH 2096.

DYSKUSJA

Porównanie reakcji odmian dwurzędowych z wielorzędowymi na badane czynniki okazało się na ogół zgodne z hipotezą roboczą, chociaż reakcje te nie różniły się znacznie. Ponadto zarówno w grupie odmian dwurzędowych, jak i wielorzędowych występowały odmiany silniej i słabiej reagujące na nawożenie azotem i termin siewu. Zrejonizowana w 1999 roku odmiana dwurzędowa Tiffany charakteryzowała się słabszym wzrostem plonu ziarna wraz z podwyższeniem poziomu nawożenia N w stosunku do przeciętnego wzrostu wszystkich odmian badanych w tym okresie, a także w stosunku do drugiej zrejonizowanej dwurzędowej odmiany Bombay. Z odmian wielorzędowych dużym wzrostem plonu na wyższych dawkach N charakteryzował się Bursztyn.

W dotychczasowej literaturze brakuje informacji o zależności plonowania dwurzędowych i nowych wielorzędowych odmian jęczmienia ozimego od nawożenia N. Jedynie w badaniach COBORU (2002, 2003 a, 2003 b) porównywano w warunkach polowych plony ziarna zarejestrowanych u nas odmian jęczmienia ozimego przy dwóch poziomach intensywności agrotechniki, różniących się dawką azotu (60–100 i 120–160 kg/ha) oraz liczbą zabiegów chemicznej ochrony roślin. Zwiększenie dawki azotu i poziomu ochrony roślin spowodowało znaczny wzrost plonu zarówno dwurzędowych, jak i wielorzędowych odmian jęczmienia. Tendencję do silniejszej dodatniej reakcji na dawkę N — 120 kg/ha wykazała wielorzędowa odmiana Bażant w stosunku do pozostałych odmian wielorzędowych i dwurzędowych (Tiffany, Bombay).

Wyniki innych prac dotyczących starszych wielorzędowych odmian jęczmienia ozimego (Andersen, 1985; Denner, Nitach, 1986; Farack i in., 1987; Nasalski i in., 2004; Noworolnik, 1987, 1988, 1992; Noworolnik, Pecio, 1989, 1990) wskazują na zależność optymalnej dawki azotu od warunków glebowych. Na glebach dobrych wystarczające okazały się dawki 50–60 kg N/ha, na glebach średnich odpowiednie były dawki 70–90 kg N/ha, a na glebach słabszych — od 100 do 120 kg N/ha.

W związku z tym, że niniejsze doświadczenia prowadziliśmy na dobrych glebach, to stwierdzenie reakcji wszystkich odmian jęczmienia ozimego na dawkę N — 60 kg/ha i niektórych odmian wielorzędowych na dawkę N — 90 kg/ha jest zgodne z wynikami innych prac prowadzonych w lepszych warunkach siedliska (Farack i in., 1987; Nasalski i in., 2004; Noworolnik, 1987, 1988; Noworolnik, Pecio, 1989).

Wpływ terminu siewu na plonowanie jęczmienia ozimego zależał głównie od przebiegu pogody w okresie jesienno-zimowym, a także od jakości gleby. W przypadku wczesnej i srożej zimy najwyższe plony osiągnęto przy siewie w terminie 5–12 września (Fatyga, 1987; Leszczyńska, Noworolnik, 2002; Noworolnik, 1987, 1988, 1991; Olsen 1986). W łagodniejszych warunkach klimatycznych wyższe plony uzyskiwano przy późniejszych siewach (20 wrzesień — 5 październik), zwłaszcza w lepszych warunkach glebowych (Ambolet i in., 1986; Farack i in., 1987; Harris i in., 1987).

Zależność reakcji jęczmienia ozimego na termin siewu od warunków pogodowych jesieni i zimy stwierdzona w naszych badaniach jest również zgodna z wynikami innych autorów. Dotyczy to szczególnie wielkości plonu ziarna przy wczesnym terminie siewu, który był wysoki w warunkach krótkiej jesieni, a niski (na tle późniejszych terminów) w warunkach długiej jesieni i także długiej oraz śnieżnej zimy. Ważne jest określenie przez nas większej wrażliwości na termin siewu odmian dwurzędowych w stosunku do odmian wielorzędowych.

Na podstawie wyników badań własnych i innych autorów (Fatyga, 1987; Olesn, 1986) można uważać termin średni (15–20 września) za najmniej ryzykowny w odniesieniu do czynników powodujących gorsze przezimowanie roślin jęczmienia ozimego.

W innych pracach (Noworolnik, 1987, 1988, 1989; Noworolnik, Pecio, 1990), w których określono strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego, stwierdzono duży wpływ badanych czynników agrotechnicznych na liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Ten element struktury plonu był dodatnio skorelowany z wielkością plonu ziarna, w odróżnieniu od liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren, których zmienność pod wpływem różnych czynników była niewielka. Było to zgodne z wynikami niniejszych badań. Wzrost masy 1000 ziaren niektórych odmian przy opóźnieniu terminu siewu był związany z większym niż u innych odmian spadkiem liczby kłosów.

WNIOSKI

1. Plon ziarna jęczmienia ozimego wzrasta istotnie w miarę zwiększania dawki nawożenia azotem do 60 kg/ha. Odmiany wielorzędowe (w szczególności Bursztyn) wykazują większe zwyczki plonu niż odmiany dwurzędowe. Interakcja odmian z nawożeniem w latach 1998–1999 polegała na większym wzroście plonu odmian wielorzędowych przy dawce N — 90 kg/ha, w odróżnieniu od odmian dwurzędowych, które plonowały podobnie przy dawkach N — 60 i 90 kg/ha.
2. Wysoki plon przy wczesnym terminie siewu (7–9 września) można osiągnąć w przypadku dobrego przezimowania jęczmienia. W warunkach złego przezimowania wskutek porażenia pleśnią śniegową i wyprzenia roślin otrzymano znaczną niżkę plonu przy wczesnym terminie siewu w porównaniu z późniejszymi terminami (17–29 września). W większej mierze dotyczyło to odmian dwurzędowych. Najmniej ryzykowny dla uprawy jęczmienia ozimego jest średni termin siewu (15–20 września). Odmiany dwurzędowe (w szczególności Bombay) są bardziej wrażliwe na opóźnienie siewu od odmian wielorzędowych.
3. Zróżnicowanie plonu ziarna pod wpływem badanych czynników jest spowodowane głównie zmianą liczby kłosów na jednostce powierzchni, ponieważ zmienność liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren jest znacznie mniejsza.
4. Odmiany wielorzędowe plonują wyżej od obecnie zarejestrowanych odmian dwurzędowych, dzięki znacznie większej liczbie ziaren w kłosie.

LITERATURA

- Ambolet V., Cordon D., Duboin J. 1986. Choix d'un niveau d'intensification sur les exploitations cerealiers du barrois. *Perspect. Agr.* 107: 25 — 31.
- Anderson W. 1985. Differences in response of winter cereal varieties to applied nitrogen in the field. *Field Crops Res.* 11: 353 — 385.
- Bundessortenamt. 2000. Beschreibende Sortenliste. Landbuch Verlag.
- Bundessortenamt. 2001. Beschreibende Sortenliste. Landbuch Verlag.
- COBORU 2003. Lista opisowa odmian. Słupia Wielka.
- COBORU 2002. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych — Zboża ozime. Słupia Wielka.
- COBORU 2003. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych — Zboża ozime. Słupia Wielka.
- Denner P., Nitsch V. 1986. Hohe Getreideertrage mit guter Qualität sichern Nahrungsgetreidefonds. *Getreidewirtschaft.* 20: 171 — 174.
- Farack M., Hansel A., Knoch G. 1987. Agrotechnische Versuche zur Wintergersten — Produktion in Vorgebirgslagen. *Feldversuchswesen* 1: 13 — 29.
- Fatyga J. 1987. Wpływ terminu siewu na wysokość i jakość plonów ziarna czterech odmian jęczmienia ozimego. *Zesz. Nauk. AR Wroc. Rol.* 47: 159 — 168.
- Harris P., Donald H., Phillips M. 1987. Date of drilling Igri winter barley and the rate and timing of spring nitrogen. *Res. Develop. Agr.* 2: 25 — 99.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 2002. Wpływ terminu i gęstości siewu na przetrzymywanie i plonowanie kilku odmian jęczmienia ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 481: 187 — 191.
- Nasalski Z., Sadowski T., Stępień A. 2004. Produkcyjne, ekonomiczne i energetyczne efektywności produkcji jęczmienia ozimego przy różnych poziomach nawożenia azotem. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 3 (1): 83 — 90.
- Noworolnik K. 1987. Wpływ terminu i gęstości siewu oraz nawożenia azotem na plon ziarna i białka odmian jęczmienia ozimego. *Biul. IHAR* 164: 227 — 236.
- Noworolnik K. 1988. Reakcja jęczmienia ozimego na warunki glebowe, nawożenie azotem oraz termin i gęstość siewu. *IUNG Puławy, R* (248).
- Noworolnik K. 1989. Produkcyjność dwóch odmian jęczmienia ozimego (Popiel, Maron) w zależności od nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 4: 38 — 48.
- Noworolnik K. 1991. Wpływ terminu siewu i odleżenia się gleby na plonowanie jęczmienia ozimego. *Pam. Puł.* 98: 67 — 78.
- Noworolnik K. 1992. Produkcyjność odmian jęczmienia ozimego w zależności od nawożenia azotem i gęstości siewu. *Biul. IHAR* 183: 149 — 155.
- Noworolnik K., Pecio A. 1989. Wpływ nawożenia azotem na produkcyjność nowych odmian jęczmienia ozimego. *Pam. Puł.* 95: 169 — 182.
- Noworolnik K., Pecio A. 1990. Wpływ nawożenia azotem oraz terminu i gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia ozimego. *Biul. IHAR* 175: 55 — 62.
- Olsen C. 1986. Satider for vintersaet. *Landbonyt.* 40 (9): 21 — 26.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI¹**WITOLD KOZIROK**²**MONIKA JANASZEK**³¹ Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin, Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Radzików² Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski — Olsztyn³ Zakład Mechaniki i Techniki Ciepłej
Katedra Podstaw Inżynierii, Wydział Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Warszawa

Wstępne badania nad zastosowaniem cyfrowej analizy obrazu oraz analizy funkcji dyskryminacji do oceny jakości browarnej wybranych odmian jęczmienia jarego

Introductory study on application of digital image analysis and discriminant function analysis in assessment of malting quality of spring barley cultivars

Ziarno jęczmienia jest najważniejszym surowcem do produkcji słodu piwowarskiego. Jego jakość jest w głównej mierze determinowana jednolitością odmianową partii ziarna kierowanej do słodowania. Każda odmiana jęczmienia browarnego ma swoje charakterystyczne właściwości, które bada się w mikrosłodowaniach według kryteriów Europejskiej Konwencji Browarnej (EBC). Kierując do słodowania jęczmień określonej odmiany szacuje się na podstawie badań wydajność i jakość słodu. Jakość odmiany ocenia się według wskaźnika Q , gdzie wartość Q poniżej 5 określa odmiany pastewne, a Q bliskie 9 określa odmiany o bardzo dobrych właściwościach browarnych. Dotychczas oceny jakości browarnej ziarniaków jęczmienia dokonywano metodami laboratoryjnymi. Zastosowanie komputerowej analizy obrazu mogłoby znacznie usprawnić proces oceny jakości ziarna oraz obniżyć koszty tego procesu. W pracy podjęto próbę wykorzystania komputerowej analizy obrazu ziarniaków oraz analizy funkcji dyskryminacji do zaklasyfikowania ziarna 11 odmian jęczmienia jarego do określonych grup jakości. Do analizy wybrano parametry barwy modelu RGB oraz parametry geometryczne ziarniaków. Analizę funkcji dyskryminacji przeprowadzono w pakiecie SAS 9.1. Zaprezentowano kolejne etapy tej analizy oraz składnię programów w języku 4GL, umożliwiającą jej wykonanie.

Słowa kluczowe: analiza funkcji dyskryminacji, cyfrowa analiza obrazu, jakość browarna, jęczmień jary, model RGB, SAS

Klasyfikacja AMS 2000: 62–07, 62H20, 62H30, 62H35

Barley grain is the main source for production of malt. Varietal purity is essential for production of good quality malt. Each malting barley cultivar has a description of characters prepared on the basis of micromalting tests conducted according to the criteria of the European Brewing Convention (EBC). Before sending barley grain of a certain cultivar to a brewery, both the efficiency and quality of malt are to be evaluated. Quality of a cultivar is assessed according to the Q index where Q value below 5 specifies feed cultivars and Q value near 9 specifies very good malting cultivars. Hitherto malting barley quality assessment has been conducted using laboratory methods. Digital image analysis might facilitate the barley quality assessment procedure and reduce its costs. Discriminant analysis and digital image analysis were used in classification of grain of 11 spring barley cultivars to the quality groups. Discriminant analysis was based on morphological features and color features characteristic for RGB color space. Discriminant analysis was conducted using SAS 9.1. Successive steps of the analysis and procedures syntax in the 4GL programming language have been presented.

Key words: digital image analysis, discriminant function analysis, malting quality, RGB model, SAS, spring barley

AMS 2000 Classification: 62-07, 62H20, 62H30, 62H35

WSTĘP

Jakość słodu jęczmiennego jest uwarunkowana wieloma cechami surowca, spośród których ogromne znaczenie mają cechy odmianowe jęczmienia browarnego. Przy ocenie wartości browarnej odmian jęczmienia szczególne znaczenie ma struktura bielma ziarniaków. Opracowano wiele metod oceny przydatności ziarna jęczmienia do słodowania. Rozważa się również wykorzystanie w tym celu techniki cyfrowej analizy obrazu, w wyniku której uzyskuje się szereg parametrów barwy oraz cech geometrycznych ziarniaków i bielma jęczmienia. Ilość możliwych do uzyskania w tej analizie parametrów utrudnia wybór tych, które decydują o przypisaniu ziarna jęczmienia do określonej klasy jakości browarnej.

Z powodzeniem wykorzystano cyfrową analizę obrazu do identyfikacji odmianowej ziarna roślin zbożowych, w tym również do identyfikacji odmian jęczmienia jarego (Majumdar i Jayas 2000 a, 2000 b, 2000 c; Kozirok, 2005).

Podjęto również badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu w ocenie jakości ziarna zbóż. Stosując analizę obrazu w ocenie cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej stwierdzono, występowanie istotnych i silnych korelacji pomiędzy parametrami geometrycznymi a wyróżnikami jakości ziarna pszenicy ozimej (Majewska, 2004).

Celem niniejszej pracy była próba zastosowania cyfrowej analizy obrazu i analizy funkcji dyskryminacji w ustaleniu cech, które istotnie różnicują jakość browarną ziarna jęczmienia jarego oraz prezentacja wykorzystania pakietu SAS 9.1 (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b, 2004 c) do przeprowadzenia analizy funkcji dyskryminacji. Do analiz wybrano te cechy pochodzące z analizy obrazu, które umożliwiają identyfikację odmianową ziarna jęczmienia jarego (Kozirok, 2005). Praca ma na celu pokazanie możliwości komputerowej analizy obrazu oraz przybliżenie idei analizy dyskryminacyjnej.

PRZEGLĄD LITERATURY

Jęczmień jest zbożem szeroko wykorzystywanym w słodownictwie. O przydatności ziarna jęczmienia do produkcji słodu decyduje przede wszystkim jego skład chemiczny

oraz wyrównanie ziarna, które oznacza się jako procentowy udział ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek $2,8 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ oraz $2,5 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$. Jedynie te dwie frakcje ziarna wykorzystuje się w technologii produkcji słoðu (Kunze, 1999; Błażewicz i Liszewski, 2003).

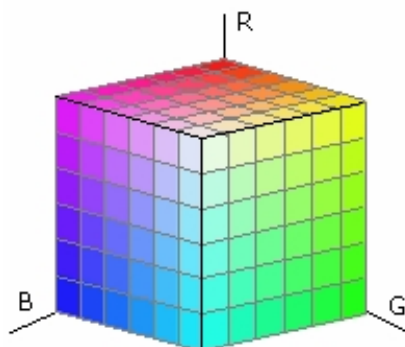
Ostateczne zaklasyfikowanie ziarna jęczmienia browarnego do określonych grup jakościowych następuje po wyznaczeniu wskaźnika wartości browarnej Q (Molina-Cano, 1987). Jest to średnia ważona następujących parametrów: ekstraktywności słoðu, liczby Kolbacha, stopnia ostatecznego odfermentowania, lepkości brzezki i siły diastatycznej (Molina-Cano, 1987; Projekt Eureka, 2005).

Wiele spośród cech wpływających na jakość browarną ziarna jęczmienia jest uwarunkowana genetycznie i silnie zależna od odmiany (Projekt Eureka, 2005). Obecnie stosuje się dwie metody klasyfikacji odmianowej ziarna jęczmienia. Pierwsza opiera się na elektroforetycznym rozdziale białek hordeinowych na żelu poliakryloamidowym w środowisku kwaśnym, druga metoda opiera się na wizualnej obserwacji cech morfologicznych opisujących jej fenotyp (Drzewiecki i in., 2000; Lewis i Young, 2001; Projekt Eureka, 2005). Alternatywę dla tych metod stanowi analiza obrazu, a w szczególności barwy i cech geometrycznych ziarniaków oraz bielma jęczmienia browarnego. Dotychczasowe badania potwierdziły, iż zarówno barwa, jak i cechy geometryczne ziarniaków i bielma mogą być cechami zależnymi od odmiany (Kozirok, 2005).

Majumdar i Jayas (2000 a, 2000 b, 2000 c), w badaniach nad odmianami pszenicy, jęczmienia, żyta i owsa, pobranych z 20 obszarów północnej Kanady, porównali efektywność klasyfikacji gatunkowej i odmianowej, przeprowadzonej na podstawie cech morfologicznych (w szczególności cech geometrycznych) i parametrów barwy powierzchni ziaren, uzyskanych dzięki cyfrowej analizie obrazu, rejestrowanego kamerą CCD. Autorzy wykazali, że klasyfikacja przeprowadzona wyłącznie na podstawie cech morfologicznych była mniej trafna w porównaniu do klasyfikacji odmian, opartej zarówno na cechach morfologicznych, jak i parametrach barwy ziarniaków.

Cechy geometryczne ziarniaków są typowymi cechami ilościowymi i mierzalnymi. Również parametry barwy można przedstawić za pomocą liczb dzięki zastosowaniu tak zwanych matematycznych modeli barw.

Jednym z modeli przestrzeni barw jest model RGB opracowany w 1931 roku przez CIE — Międzynarodową Komisję Oświeceniową (rys. 1). Jest to model liniowy oparty o addytywne mieszanie barw. Wszystkie barwy w przestrzeni RGB można uzyskać przez zmieszanie w odpowiednich proporcjach trzech głównych składowych: R — barwy czerwonej (Red), odpowiadającej wrażeniu wywołanemu przez promieniowanie o długości fali 700 nm, G — barwy zielonej (Green), odpowiadającej wrażeniu wywołanemu przez promieniowanie o długości fali 546,1 nm oraz B — barwy niebieskiej (Blue), odpowiadającej wrażeniu wywołanemu przez promieniowanie o długości fali 435,8 nm. Barwę achromatyczną uzyskuje się w wyniku addytywnego zmieszania jednakowych ilości tych składowych (Mielicki, 1997). Model RGB jest wykorzystywany w komputerowej analizie obrazu cyfrowego. W technice cyfrowej każdy kanał barwy jest opisany liczbą 8 bitową, co pozwala na uzyskanie 256 (2^8) poziomów jasności. Tak zbudowany model RGB obejmuje około 16 milionów kolorów (Hebisz, 2003).



Rys. 1. Przestrzeń barw RGB
Fig. 1. The RGB color cube

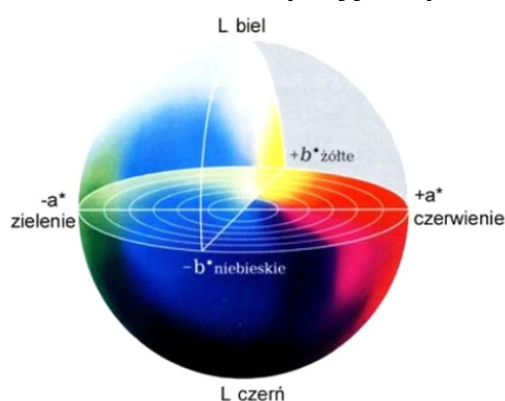
Innym szeroko stosowanym modelem, odpowiadającym indywidualnemu odczuciu barwy jest model CIE La^*b^* . Model ten odzwierciedla uporządkowaną, trójwymiarową przestrzeń barw i stanowi kolorymetryczny standard, obowiązujący na całym świecie. Barwę opisuje się w nim za pomocą trzech współrzędnych: L — jasności (Lightness), a^* — barwy zielonej do czerwonej, b^* — barwy niebieskiej do żółtej. Wszystkie barwy o jednakowej jasności leżą na powierzchni kołowej, wyznaczonej osiami a^* i b^* (rys. 2). Model La^*b^* oparty jest na systemie barw przeciwstawnych, a więc takich, które wzajemnie się wykluczają. Inaczej mówiąc, barwa nie może być jednocześnie czerwona i zielona ani też żółta i niebieska. Dodatnie wartości a^* odpowiadają więc czerwieni, a ujemne zieleni. Natomiast dodatnie wartości b^* odpowiadają żółci, a ujemne barwie niebieskiej. Jasność L zmienia się w kierunku pionowym. Parametry tego modelu w pełni definiują barwę, a jej różnicę można przedstawić zależnością:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

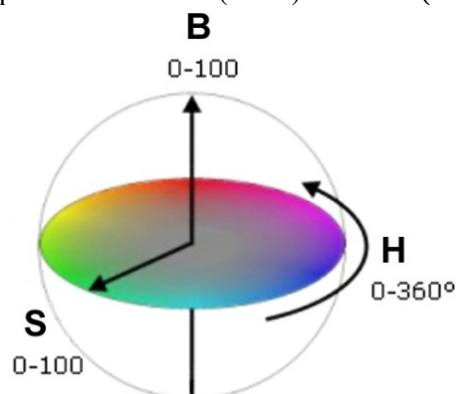
Dzięki ΔE można precyzyjnie określić jak bardzo dwie barwy różnią się od siebie. Model La^*b^* ma ogromne znaczenie zarówno w grafice komputerowej, jak i w praktyce drukarskiej, ponieważ znajduje zastosowanie w najnowszych systemach elektronicznego sterowania regulacją farby w procesie druku, a także przy produkcji wzorców przemysłowych, które z kolei umożliwiają porównanie zakresów barwowych różnych urządzeń wejściowych i wyjściowych oraz ich kalibrację. Podstawową zaletą tego modelu jest to, że korekcja barw jest wolna od wpływów subiektywnego ich odczuwania i zmiennego oświetlenia (Pastuszek, 2000).

Inną propozycją przestrzeni barw jest model HSB (rys. 3), w którym zastosowano bardziej intuicyjny opis barwy. Podstawą tego modelu jest sposób postrzegania koloru przez człowieka. Model HSB wykorzystuje do opisu każdej barwy trzy podstawowe atrybuty. Odcień (Hue), który odpowiada długości fali światła odbitego lub przechodzącego przez obiekt. Jego miarą jest położenie na standardowym kole barw, wyrażone w stopniach od 0° do 360° . Nasycenie (Saturation), oznaczające siłę koloru, czyli stosunek szarości do czystego odcienia, wyrażane w procentach od 0% (szary) do 100%

(czysty kolor, pełne nasycenie). Jaskrawość (Brightness), która określa względną jaskrawość koloru i zazwyczaj jest wyrażana w procentach od 0% (czern) do 100% (biel).



Rys. 2. Przestrzeń barw $L^*a^*b^*$
Fig. 2. The $L^*a^*b^*$ color space



Rys. 3. Przestrzeń barw HSB
Fig. 3. The HSB color space

Analizę funkcji dyskryminacji (Fisher, 1936; Huberty, 1975; Klecka, 1980; Hand, 1981; Krzyśko, 1990) wykorzystuje się do rozstrzygania, które zmienne różnicują dwie lub więcej naturalnie wyłaniających się grup. Znajduje ona zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, w tym także w naukach przyrodniczych, między innymi w ocenie zmienności genetycznej roślin uprawnych (McElroy i in., 2002; Vaylay i Santen, 2002) oraz w ocenie zmienności innych cech roślin uprawnych, np. plonowania (Jaynes i in., 2003; Weber i Zalewski, 2004).

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano ziarno dominującej frakcji (powyżej 2,5 mm) 11 odmian jęczmienia jarego, które na podstawie laboratoryjnej oceny wartości browarnej w roku 2001 (Lista Odmian COBORU, 2001) zostały zakwalifikowane do różnych klas jakości browarnej (tab. 1). Kwalifikację odmian do określonej klasy jakości browarnej przeprowadzono w dwóch wariantach: wariant I — C dla $Q < 5$, B dla $Q \in (5; 6)$, A dla $Q \in (6; 8)$ oraz E dla $Q \geq 8$ (Projekt Eurequa, 2005); II — C dla $Q < 5,0$, B dla $Q \in (5,0; 6,5)$, A dla $Q \in (6,5; 8,0)$ oraz E dla $Q \geq 8,0$. Dla zachowania równej liczebności w klasach, w analizach, w przypadku II wariantu, nie uwzględniono odmian Brenda i Rasbet. Odmiany wzięte do badań pochodziły zarówno z polskich hodowli, jak i zagranicznych.

Tabela 1

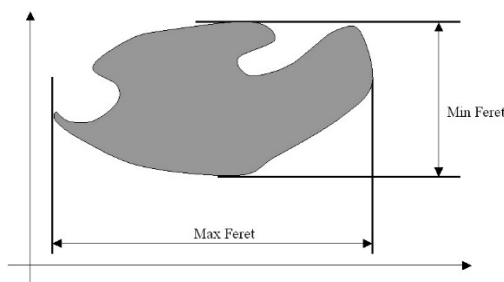
Wykaz wybranych odmian jęczmienia jarego
List of chosen spring barley cultivars

Odmiana Cultivar	RO*	RW**	Hodowca Breeder	Q***	Klasa**** Class****	
					variant I variant I	variant II variant II
Atol	1997	...	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o. o.	6,15	A	B
Barke	2001	...	Saatzucht Josef Breun GbR	8,00	E	E
Brenda	1998	...	Sekundo Saatzeit GmbH	7,90	A	—
Granal	2001	...	Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o. o.	8,30	E	E
Orlik	1990	2000	Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o.	6,70	A	A
Poldek	1999	...	Małopolska Hodowla Roślin Sp. z o. o.	6,20	A	B
Polo	1992	2003	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o. o.	5,75	B	B
Rasbet	1998	...	Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o.	7,95	A	—
Scarlett	1999	...	Saatzeit Josef Breun GbR	7,45	A	A
Sezam	2000	...	Hodowla Roślin Szelejów Sp. z o. o.	8,10	E	E
Stratus	1999	...	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o. o.	6,55	A	A

* — Rok wpisania do rejestru; The year of registration ** — Rok wykreślenia z rejestru; The year of removing from crop plants register; *** — Q — wartość browarna; Q — malting quality **** — Klasa jakości browarnej; Malting class

Pomiar barwy oraz cech geometrycznych w płaszczyźnie przekrojów podłużnych jęczmienia browarnego wykonano na trzystu ziarniakach każdej z badanych odmian przy zastosowaniu systemu cyfrowej analizy obrazu, pracującej w oparciu o oprogramowanie LUCIA ver. 4.61 (*Laboratory Universal Computer Image Analysis*). Stanowisko pomiarowe systemu cyfrowej analizy obrazu składało się z kamery Panasonic GP-KR222E o rozdzielczości 1044 dpi, dwupunktowego oświetlenia światłowodowego BOB OM 100x1 o natężeniu oświetlenia 60 kLx, zakresie widma na wyjściu światłowodu 410–700nm i temperaturze barwowej 3000°K, komputera z kartą akwizycji obrazu VFG, oprogramowania oraz monitora. W oparciu o dostępne w oprogramowaniu algorytmy przetwarzania i analizy obrazu wyznaczono zespół cech geometrycznych oraz barwy, wyznaczając wartości składowych barwy RGB, atrybutów barwy HSB oraz parametrów $L^*a^*b^*$. Oznaczono następujące cechy geometryczne ziarniaków jęczmienia:

- AREA — powierzchnia rzutu na płaszczyznę;
- ELONGATION — wydłużenie ziarniaka;
- EQDIAMETER — średnica koła o polu powierzchni równym polu rzutu ziarniaka;
- LENGTH — długość ziarniaka;
- MAX_FERET i MIN_FERET — największa i najmniejsza wartość średnicy Fereta. Średnicą Fereta nazywamy: dla osi 0x — największą odległość pomiędzy wartościami współrzędnych x_i punktów (x_i, y_i) obiektu, a dla osi 0y — największą odległość pomiędzy wartościami współrzędnych y_i punktów (x_i, y_i) obiektu (rys. 4.) (Zieliński i Strzelecki, 2002);
- PERIMETER — obwód ziarniaka;
- VOLEQCYLINDER — współczynnik cylindryczności ziarniaka;
- VOLEQSPHERE — współczynnik sferyczności ziarniaka;
- W_2 — stosunek szerokości do długości, tak zwany współczynnik baryłkowatości;
- WIDTH — szerokość ziarniaka.



Rys. 4. Średnice Fereta
Fig. 4. Feret's diameters

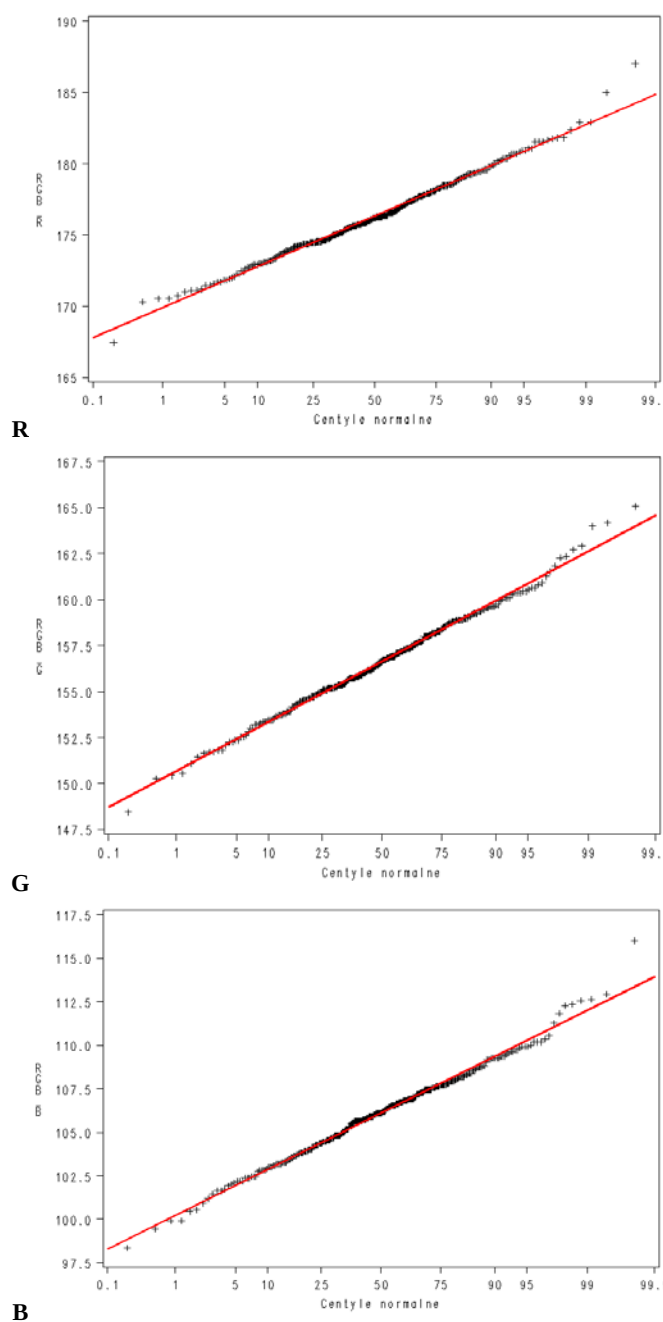
Do klasyfikacji ziarna do grup jakościowych można wykorzystać kilka metod, między innymi modelowanie neuronowe, a w szczególności autoasocjacyjną sieć Hopfielda lub samoorganizującą sieć Kohonena (Osowski, 1996; Trajer i Sałat, 2005), metodę SVM (Osowski, 2002; Trajer i Sałat, 2005) oraz analizy statystyczne (analiza dyskryminacyjna). Do klasyfikacji odmian jęczmienia jarego do grup jakościowych w niniejszej pracy wykorzystano analizę funkcji dyskryminacji. Do weryfikacji wyestymowanego modelu wykorzystano dane oryginalne, na których model ten został zbudowany oraz dane pochodzące z bootstrapu.

Metoda bootstrapu została zaproponowana przez Bradleya Efrona w 1979 roku. Stosowana jest między innymi przy estymacji nieznanymi, bądź trudnymi do wyznaczenia rozkładów statystyk poprzez wielokrotne próbkowanie z próby pierwotnej (tak zwany *Resampling*) zgodnie z procesem generującym te dane. W niniejszej pracy zastosowano metodę bootstrapu polegającą na wylosowaniu z próby pierwotnej po 2400 obserwacji dla każdej klasy jakości browarnej jęczmienia jarego (łącznie po 7200 obserwacji). Losowania wykonano za pomocą makroprogramu arkusza kalkulacyjnego Ms Excel napisanego w języku VBA (*Visual Basic for Application*). Losowania wykonano oddzielnie dla obu wariantów klasyfikacji jakości browarnej.

Analizy statystyczne wykonano z wykorzystaniem pakietu SAS 9.1 (SAS Institute Inc., 2004 a, 2004 b, 2004 c). Przeprowadzono test normalności Shapiro-Wilka oraz analizę funkcji dyskryminacji dla badanych parametrów ziarniaków jęczmienia jarego i ich wpływu na jego jakość browarną. Powyższe analizy są dostępne w module SAS/STAT pakietu SAS 9.1 (SAS Institute Inc., 2004 c; Shapiro i Wilk, 1965; Khattre i Naik, 200; O'Rourke i in., 2005).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Barwę ziarniaków wyrażono za pomocą parametrów charakterystycznych dla modeli barwy RGB, La^*b^* i HSB. W analizie funkcji dyskryminacji zmienne opisujące powinny mieć rozkład zbliżony do rozkładu normalnego. Wybór odpowiedniego modelu barwy uzależniono od wyniku testu normalności rozkładów parametrów barwy.



Rys. 5. Wykresy probabilistyczne dla porównania rozkładów parametrów barwy RGB_R, RGB_G i RGB_B z rozkładem normalnym
Fig. 5. Probability plot for comparison of distributions of color parameters RGB_R, RGB_G and RGB_B with normal distribution

Do testowania normalności rozkładu wykorzystano test Shapiro-Wilka, ponieważ liczba obserwacji nie przekraczała 2000 (Shapiro i Wilk, 1965). Użyto w tym celu procedurę UNIVARIATE. Składnia tej procedury ma następującą postać:

```
PROC UNIVARIATE DATA=JECZMIEN_BARWA NORMALTEST;
  PROBLOT RGB_R RGB_G RGB_B / NORMAL (MU=EST SIGMA=EST
    COLOR=BLUE W=2);
RUN;
```

Analiza wyników testu normalności dla parametrów barwy ziarniaków jęczmienia jarego wykazała, że w przypadku wszystkich odmian, jedynie parametry modelu RGB charakteryzują się rozkładem zbliżonym do rozkładu normalnego (nieistotne statystyki testowe uniemożliwiły odrzucenie hipotezy zerowej o normalności rozkładu cechy) (tab. 2; rys. 5). Do analizy funkcji dyskryminacji wykorzystano więc parametry barwy w modelu RGB.

Tabela 2

Wyniki testu normalności Shapiro-Wilka dla parametrów barwy ziarniaków wybranych odmian jęczmienia jarego

Results of Shapiro-Wilk's normality test for kernels color parameters of chosen spring barley cultivars

Odmiana Cultivar	Wartości testu Shapiro-Wilka Shapiro-Wilk test values								
	RGB			La*b*			HSB		
	R	G	B	L	a	b	H	S	B
Atol	0,9891	0,9857	0,9860	0,9929	0,9478	0,8923*	0,3875*	0,9895	0,9862
Barke	0,9820	0,9821	0,9827	0,9758	0,8943*	0,8911*	0,4511*	0,8906*	0,9834
Brenda	0,9940	0,9952	0,9957	0,9961	0,8441*	0,9948	0,7656*	0,8956*	0,8966*
Granal	0,9867	0,9870	0,9914	0,9827	0,9779	0,9902	0,6738*	0,8913*	0,9893
Orlik	0,9837	0,9840	0,9862	0,9749	0,9477	0,9888	0,6940*	0,8919*	0,9848
Poldek	0,9852	0,9864	0,9925	0,9817	0,8917*	0,9875	0,8057*	0,8942*	0,9877
Polo	0,9902	0,9930	0,9947	0,8907*	0,9470	0,9898	0,7974*	0,8909*	0,8940*
Rasbet	0,9917	0,9940	0,9918	0,8914*	0,9871	0,9677	0,8061*	0,9723	0,8955*
Scarlett	0,9926	0,9906	0,9927	0,9897	0,9126	0,9735	0,8534*	0,9851	0,8921*
Sezam	0,9891	0,9930	0,9943	0,8916*	0,8962*	0,8931*	0,7892*	0,9901	0,8946*
Stratus	0,9873	0,9904	0,9923	0,9867	0,9862	0,8917*	0,6174*	0,9899	0,8919*

* — Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$

Analizę funkcji dyskryminacji przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym etapie wyodrębniono grupę zmiennych, które najlepiej odzwierciedlały różnice między klasami jakości browarnej. W tym celu wykorzystano procedurę STEPDISC. Analizę przeprowadzono metodą krokową. W każdym kroku testowano zarówno wprowadzenie nowej zmiennej do modelu, jak i usunięcie zmiennej spośród zmiennych znajdujących się już w modelu (Jennrich, 1977; Klecka, 1980; Khattre i Naik, 2000). Test wprowadzenia zmiennej do modelu i usunięcia zmiennej z modelu przeprowadzono na poziomie istotności $\alpha = 0,01$. Składnia tego proc-stepu ma postać następującą:

```
PROC STEPDISC DATA=JECZMIEN_BROWARNY METHOD=STEPWISE
  SLENTRY=0.01 SLSTAY=0.01;
  CLASS KLASA_BR;
  VAR RGB_R RGB_G RGB_B AREA LENGTH WIDTH W2 MAX_FERET MIN_FERET
    EQDIAMETER VOLEQSPHERE VOLEQCYLINDER PERIMETER ELONGATION;
RUN;
```

```

PROC STEPDISC DATA=JECZMIEN_BROWARNY2 METHOD=STEPWISE
  SLENTRY=0.01 SLSTAY=0.01;
  CLASS KLASA_BR_2;
  VAR RGB_R RGB_G RGB_B AREA LENGTH WIDTH W2 MAX_FERET MIN_FERET
  EQDIAMETER VOLEQSPHERE VOLEQCYLINDER PERIMETER ELONGATION;
RUN;

```

Procedura ta dla każdej zmiennej dodawanej bądź usuwanej z modelu wyznacza cząstkowy współczynnik determinacji (R^2) oraz statystykę F na podstawie jednokierunkowej analizy kowariancji. Zmienne do modelu są dodawane, gdy ich tolerancja oraz tolerancje wszystkich zmiennych, które już w modelu się znajdują są większe niż założono, domyślnie jest to wartość 1×10^{-8} . Tolerancja dla zmiennej wchodzącej jest wyznaczana jako $1 - R^2$ z regresji tej zmiennej względem zmiennych, znajdujących się już w modelu. Tolerancja dla zmiennych znajdujących się w modelu jest wyznaczana jako $1 - R^2$ z regresji każdej zmiennej względem pozostałych zmiennych w modelu i zmiennej wchodzącej do modelu. W podobny sposób odbywa się usuwanie zmiennych z modelu. W tej procedurze przeprowadzany jest również test lambda Wilksa, test śladu Pillai (Pillai, 1985; Khattre i Naik, 2000) oraz wyznaczana jest przeciętna kwadratowa korelacja kanoniczna (ASCC — *Average Squared Canonical Correlation*). Jeżeli do modelu nie można już dodać żadnej zmiennej, oraz gdy z modelu nie można już żadnej zmiennej usunąć, następuje zakończenie procedury STEPDISC oraz wyświetlenie podsumowania (tab. 3).

Tabela 3

Podsumowanie selekcji krokowej procedury STEPDISC
STEPDISC procedure stepwise selection summary

Krok Step	Liczba zmiennych Number of variables	Wstawiono do modelu Entered to model	Usunięto z modelu Removed from model	Cząstkowy R^2 Partial R^2	Statystyka F F-statistic	Lambda Wilks	ASCC
variant I — variant I							
1	1	MAX_FERET	—	0,1297	245,61**	0,87033**	0,06483**
2	2	ELONGATION	—	0,0675	119,27**	0,81159**	0,09732**
3	3	VOLEQCYLINDER	—	0,0379	64,87**	0,78085**	0,11449**
4	4	WIDTH	—	0,0373	63,80**	0,75173**	0,13026**
5	5	RGB_R	—	0,0326	55,42**	0,72725**	0,14337**
6	6	RGB_G	—	0,0216	36,36**	0,71153**	0,15183**
7	7	RGB_B	—	0,0171	28,69**	0,69934**	0,15959**
8	8	LENGTH	—	0,0132	22,03**	0,69009**	0,16516**
9	9	VOLEQSPHERE	—	0,0301	51,00**	0,66934**	0,17748**
10	10	EQDIAMETER	—	0,0320	54,29**	0,64794**	0,19127**
11	11	MIN_FERET	—	0,0098	16,24**	0,64160**	0,19542**
12	10	—	ELONGATION	0,0018	2,89 ^{NS}	0,64273**	0,19468**
variant II — variant II							
1	1	RGB_B	—	0,1514	240,61**	0,84859**	0,07571**
2	2	MAX_FERET	—	0,0943	140,41**	0,76854**	0,12281**
3	3	ELONGATION	—	0,0299	41,52**	0,74557**	0,13634**
4	4	VOLEQSPHERE	—	0,0236	32,60**	0,72795**	0,14675**
5	5	EQDIAMETER	—	0,1052	158,25**	0,65139**	0,19212**
6	6	RGB_G	—	0,0225	31,04**	0,63671**	0,20089**
7	7	RGB_R	—	0,0291	40,30**	0,61819**	0,21206**
8	8	VOLEQCYLINDER	—	0,0154	21,00**	0,60869**	0,21844**
9	9	WIDTH	—	0,0055	7,49**	0,60532**	0,22068**

** — Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0.01$ ^{NS} — Nieistotne; Not significant

Zmienne wymienione w tabeli 3 w sposób istotny różnicują klasy jakości browarnej, dla zmiennych, które nie zostały uwzględnione w tej tabeli, nie stwierdzono istotnego wpływu na jakość browarną. Zmienne, które wykazują interakcję ze zmiennymi włączonymi do modelu, przez co same pogarszają jakość modelu i są z niego usuwane (tab. 3, zmienna ELONGATION, wariant I, krok 12).

Powyższa analiza pozwoliła na wyselekcjonowanie zmiennych, które istotnie dyskryminują przynależność badanych odmian do klas jakości browarnej jęczmienia jarego. W przypadku wariantu I tymi cechami są: MAX_FERET, VOLEQCYLINDER, WIDTH, RGB_R, RGB_G, RGB_B, LENGTH, VOLEQSPHERE, EQDIAMETER oraz MIN_FERET. Nie stwierdzono natomiast by współczynnik W_2 , AREA, ELONGATION i PERIMETER mogły dyskryminować przynależność badanych odmian do wyznaczonych klas. W przypadku wariantu II do modelu włączone zostało dziewięć zmiennych (RGB_B, MAX_FERET, ELONGATION, VOLEQSPHERE, EQDIAMETER, RGB_G, RGB_R, VOLEQCYLINDER, WIDTH), pozostałe zmienne nie wpływają istotnie na klasyfikację ziarna jęczmienia jarego do klas jakości browarnej.

W drugim etapie za pomocą procedury DISCRIM wyznaczono kryteria dyskryminacji, czyli tak zwaną funkcję dyskryminacji. Funkcja dyskryminacji jest determinowana przez ogólną odległość kwadratową (Rao, 1973). Kryterium klasyfikacji może opierać się na indywidualnych wewnątrzgrupowych macierzach kowariancji lub na wspólnej macierzy kowariancji. Składnia tej procedury jest następująca:

```
PROC DISCRIM DATA=JECZMIEN_BROWARNY DISTANCE TESTDATA=JB_BOOTST;
  CLASS KLASA_BR;
  VAR RGB_R RGB_G RGB_B LENGTH WIDTH MAX_FERET MIN_FERET
      EQDIAMETER VOLEQSPHERE VOLEQCYLINDER;
  PRIORS EQUAL;
RUN;
PROC DISCRIM DATA=JECZMIEN_BROWARNY2 DISTANCE TESTDATA=JB2_BOOTST;
  CLASS KLASA_BR_2;
  VAR RGB_R RGB_G RGB_B WIDTH MAX_FERET ELONGATION
      EQDIAMETER VOLEQSPHERE VOLEQCYLINDER;
  PRIORS EQUAL;
RUN;
```

W wyniku zastosowania tej procedury otrzymano zestawienia zawierające liczebność obserwacji w grupach, wyznaczone wagi, udział liczby obserwacji z danej grupy w ogólnej liczbie obserwacji oraz wyznaczone prawdopodobieństwo *a priori* dla każdej grupy (tab. 4).

W tym przypadku przyjęto jednakowe prawdopodobieństwa dla każdej z grup (PRIORS EQUAL). Otrzymano również następujące informacje o macierzach kowariancji: ranga macierzy kowariancji (w tym przypadku = 10 dla wariantu I oraz 9 dla wariantu II) oraz logarytm naturalny wyznacznika macierzy kowariancji (w tym przypadku = -10,54507 dla wariantu I oraz -4,93531 dla wariantu II). Zastosowana opcja DISTANCE dała w wyniku macierz odległości D^2 Mahalanobisa pomiędzy klasami jakości jęczmienia oraz test F istotności tych odległości (tab. 5).

Tabela 4

Zestawienie informacji o grupach
Class level information

Grupa Class	Liczebność obserwacji Number of observations	Waga Weight	Udział Proportion	Prawdopodobieństwo <i>a priori</i> Prior probability
wariant I — variant I				
A	2100	2100	0,636364	0,333333
B	300	300	0,090909	0,333333
E	900	900	0,272727	0,333333
wariant II — variant II				
A	900	900	0,333333	0,333333
B	900	900	0,333333	0,333333
E	900	900	0,333333	0,333333

Tabela 5

Macierz odległości Mahalanobisa
Mahalanobis distance matrix

Grupa Class	A		B		E	
	D^2	Statystyka F F-statistic	D^2	Statystyka F F-statistic	D^2	Statystyka F F-statistic
wariant I — variant I						
A	0	—	2,15882	56,51431**	1,54418	97,01758**
B	2,15882	56,51431**	0	—	4,54162	101,90745**
E	1,54418	97,01758**	4,54162	101,90745**	0	—
wariant II — variant II						
A	0	—	1,30327	64,97008**	2,06350	102,86894**
B	1,30327	64,97008**	0	—	1,80182	89,82384**
E	2,06350	102,86894**	1,80182	89,82384**	0	—

** — Istotne przy $\alpha = 0,01$ ** — Significant at $\alpha = 0.01$.

Wyznaczono liniowe funkcje rozpoznawczą dla zmiennej klasyfikującej (tab. 6). W tym przypadku zmienna klasyfikująca grupuje obserwacje w trzech klasach, otrzymano więc trzy funkcje liniowe.

Dla każdej obserwacji wyliczono wartości trzech funkcji liniowych, następnie klasyfikowano ją do tej grupy, dla której wyliczona funkcja przyjęła najwyższą wartość.

Procedura DISCRIM wykonuje test wyznaczonych funkcji dla wszystkich obserwacji. Możliwe jest również wykonanie testu na podstawie nowej grupy danych. Dokładność modelu określa się na podstawie liczby obserwacji, prawidłowo zaklasyfikowanych do grup, przez liniową funkcję rozpoznawczą (tab. 7, tab. 8).

Weryfikację wyestymowanego modelu wykonano w oparciu o dane oryginalne, na których zbudowano model, oraz o dane pochodzące z bootstrapu. W bootstrapie wylosowano z próby podstawowej (danych oryginalnych) po 2400 obserwacji dla każdej z klas jakości browarnej ziarna jęczmienia jarego (łącznie po 7200 obserwacji dla obu wariantów).

Zastosowanie uzyskanej liniowej funkcji rozpoznawczej do klasyfikacji danych wejściowych nie dało zadowalających wyników. Spośród obserwacji dla odmian klasy A do tej klasy zostało zakwalifikowane w przypadku wariantu I tylko 65,33% dla danych oryginalnych i 41,08% dla danych z bootstrapu; w przypadku wariantu II uzyskano

odpowiednio 65,56% dla danych oryginalnych i 45,96% dla danych z bootstrapu; w klasie B w przypadku wariantu I było to 77,00% dla danych oryginalnych i 40,63% dla danych z bootstrapu; w przypadku wariantu II uzyskano odpowiednio 61,33% dla danych oryginalnych i 20,75% dla danych z bootstrapu; natomiast w klasie E w przypadku wariantu I — 52,78% dla danych oryginalnych i 36,21% dla danych z bootstrapu; w przypadku wariantu II uzyskano odpowiednio 53,56% dla danych oryginalnych i 48,17% dla danych z bootstrapu. Błędnie zostało zaklasyfikowane w przypadku wariantu I 35% obserwacji oryginalnych i 61% obserwacji pochodzących z bootstrapu; w przypadku wariantu II — 40% obserwacji oryginalnych i 62% obserwacji z bootstrapu. Może to świadczyć o tym, że parametry zastosowane do budowy funkcji rozpoznawczej, choć są wystarczające do identyfikacji odmianowej (Koziorok, 2005), to nie są wystarczające do opisanego jakości browarnej ziarna jęczmienia jarego.

Tabela 6

Liniowa funkcja rozpoznawcza Linear discriminant function			
Zmienna — Variable	A	B	E
wariant I — variant I			
Stała — Constant	-5952,00000	-5947,00000	-5877,00000
RGB_R	-0,48095	-0,57907	-0,35246
RGB_G	10,49419	10,46977	10,27787
RGB_B	-10,92610	-10,82889	-10,79758
LENGTH	-37,80227	-34,17880	-36,15294
WIDTH	-557,39524	-522,40872	-544,64166
MAX_FERET	-39,03031	-37,22094	-36,68625
MIN_FERET	4,08237	14,86063	4,00120
EQDIAMETER	3810,00000	3780,00000	3772,00000
VOLEQSPHERE	-92,03175	-91,60322	-91,20641
VOLEQCYLINDER	14,68923	13,67355	14,39240
wariant II — variant II			
Stała — Constant	-7115,00000	-7083,00000	-7014,00000
RGB_R	-1,10021	-1,12394	-0,99935
RGB_G	11,84777	11,82660	11,62074
RGB_B	-9,70164	-9,75638	-9,59343
WIDTH	-125,95297	-118,58388	-119,93672
MAX_FERET	-256,46454	-257,53183	-255,33331
ELONGATION	420,79151	422,99591	422,97941
EQDIAMETER	4168,00000	4159,00000	4132,00000
VOLEQSPHERE	-88,88913	-88,47041	-87,90084
VOLEQCYLINDER	2,60349	2,18154	2,27637

Pomimo, tak słabych efektów zastosowania komputerowej analizy obrazu do klasyfikacji ziarna jęczmienia jarego do klas jakości browarnej, w przyszłości, po dopracowaniu metody i wybraniu lepszych parametrów pozyskanych z analizy obrazu, prawdopodobnie uda się zastąpić używaną obecnie metodę laboratoryjną oceny jakości, metodą tańszą, mniej uciążliwą, a przede wszystkim szybszą. Wskaźnik *Q* jest wskaźnikiem kompleksowym, stąd też i zależności pomiędzy barwą i cechami geometrycznymi ziarniaków a wartością *Q* mogą być niewystarczające do opracowania nowej i pewnej metody.

Tabela 7

Podsumowanie klasyfikacji obserwacji do grup za pomocą wyznaczonych funkcji liniowych, wariant I
Resubstitution summary using linear discriminant function, variant I

Grupa Class	A		B		E		Razem — Total	
	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%
dane oryginalne — original data								
A	1372	65,33	428	20,38	300	14,29	2100	100,00
B	54	18,00	231	77,00	15	5,00	300	100,00
E	315	35,00	110	12,22	475	52,78	900	100,00
Razem Total	1741	52,76	769	23,30	790	23,94	3300	100,00
Średnio — błędy Mean — errors		34,67		23,00		47,22		34,96
Prawdopodobieństwo <i>a priori</i> Prior probability		33,33		33,33		33,33		
bootstrap								
A	986	41,08	734	30,58	680	28,33	2400	100,00
B	933	38,88	975	40,63	492	20,50	2400	100,00
E	955	39,79	576	24,00	869	36,21	2400	100,00
Razem — Total	2874	39,92	2285	31,74	2041	28,35	7200	100,00
Średnio — błędy Mean — errors		58,92		59,38		63,79		60,69
Prawdopodobieństwo <i>a priori</i> Prior probability		33,33		33,33		33,33		

Tabela 8

Podsumowanie klasyfikacji obserwacji do grup za pomocą wyznaczonych funkcji liniowych, wariant II
Resubstitution summary using linear discriminant function, variant II

Grupa Class	A		B		E		Razem — Total	
	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%	liczność number of observations	%
dane oryginalne — original data								
A	590	65,56	211	23,44	99	11,00	900	100,00
B	235	26,11	552	61,33	113	12,56	900	100,00
E	173	19,22	245	27,22	482	53,56	900	100,00
Razem Total	998	36,96	1008	37,33	694	25,70	2700	100,00
Średnio — błędy Mean — errors		34,44		38,67		46,44		39,85
Prawdopodobieństwo <i>a priori</i> Prior probability		33,33		33,33		33,33		
bootstrap								
A	1103	45,96	263	10,96	1034	43,08	2400	100,00
B	943	39,29	498	20,75	959	39,96	2400	100,00
E	1034	43,08	210	8,75	1156	48,17	2400	100,00
Razem — Total	3080	42,78	971	13,49	3149	43,74	7200	100,00
Średnio — błędy Mean — errors		54,04		79,25		51,83		61,71
Prawdopodobieństwo <i>a priori</i> Prior probability		33,33		33,33		33,33		33,33

W badaniach należałoby skupić się na poszukiwaniu zależności pomiędzy parametrami pozyskanymi przy wykorzystaniu komputerowej analizy obrazu a poszczególnymi cechami decydującymi o jakości browarnianej ziarna jęczmienia.

WNIOSKI

1. Z uwzględnionych w badaniach modeli barwy (RGB, La*b* oraz HSB) jedynie parametry barwy modelu RGB charakteryzowały się rozkładem zbliżonym do rozkładu normalnego.
2. Stwierdzono, że cechami istotnie dyskryminującymi przynależność badanych odmian jęczmienia jarego do klas jakości browarnej są: MAX_FERET, VOLEQCYLINDER, WIDTH, RGB_R, RGB_G, RGB_B, LENGTH, VOLEQSPHERE, EQDIAMETER oraz MIN_FERET dla I wariantu klasyfikacji jakości oraz RGB_B, MAX_FERET, ELONGATION, VOLEQSPHERE, EQDIAMETER, RGB_G, RGB_R, VOLEQCYLINDER oraz WIDTH dla wariantu II klasyfikacji jakości ziarna jęczmienia jarego.
3. Wyznaczone liniowe funkcje rozpoznawcze poprawnie zakwalifikowały średnio dla wariantu I — 65% obserwacji oryginalnych i 39% obserwacji pochodzących z bootstrapu oraz dla wariantu II — 60% obserwacji oryginalnych i 38% obserwacji z bootstrapu.

LITERATURA

- Błażewicz J., Liszewski M. 2003. Ziarno jęczmienia nagiego odmiany 'Rastik' jako surowiec do produkcji słodów typu pilzneńskiego. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 2 (1): 63 — 74.
- Drzewiecki J., Fornal Ł., Filipowicz A., Konopka S. 2000. Comparison of computer image analysis and urea soluble proteins electrophoresis for the identification of malting barley varieties. *Plant Varieties and Seeds*, 13: 159 — 171.
- Fisher R. A. 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*, 7: 179 — 188.
- Hand D. J. 1981. *Discrimination and classification*. New York, John Wiley & Sons Inc.
- Hebisz T. 2003. Multimedia i grafika komputerowa. Modele barw. Łódź, Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych.
- Huberty C. J. 1975. Discriminant analysis. *Review of Educational Research*, 45: 543 — 598.
- Jaynes D. B., Kaspar T. C., Colvin T. S., James D. E. 2003. Cluster analysis of spatiotemporal corn yield in an Iowa field. *Agron. J.* 95: 574 — 586.
- Jennrich R. I. 1977. Stepwise discriminant analysis. In: *Statistical methods for digital computers*. Enslein K., Ralston A., Wilf H. (eds.). New York, John Wiley & Sons Inc.
- Khattre R., Naik D. N. 2000. Multivariate data reduction and discrimination with SAS software. SAS Publishing INC., John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- Klecka W. R. 1980. *Discriminant analysis*. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences: 07—019, Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Kozirok W. 2005. Badania nad zastosowaniem cyfrowej analizy obrazu w ocenie jakości ziarna jęczmienia browarnego. Praca Doktorska. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
- Krzyśko M. 1990. *Analiza dyskryminacyjna*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Lewis M. J., Young T. W. 2001. *Piwowarstwo*. Warszawa, PWN.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych 2001. COBORU, Słupia Wielka.

- Majewska K. M. 2004. Badania wyróżników jakości technologicznej ziarna pszenicy w aspekcie jego cech geometrycznych. Rozprawy i monografie. Wydawnictwo UWM, Olsztyn.
- Majumdar S., Jayas D. S. 2000 a. Classification of cereal grains using machine vision: I. Morphology models. *ASAE*. vol. 43(6): 1669 — 1675.
- Majumdar S., Jayas D. S. 2000 b. Classification of cereal grains using machine vision: II. Color models. *ASAE*. vol. 43(6): 1677 — 1680.
- Majumdar S., Jayas D. S. 2000 c. Classification of cereal grains using machine vision: IV. Combined morphology, color and texture models. *ASAE*. vol. 43(6): 1689 — 1694.
- McElroy J. S., Walter R. H., Santen van E. 2002. Patterns of variation in *Poa annua* populations as revealed by canonical discriminant analysis of life history trials. *Crop Sci.*, 42: 513 — 517.
- Mielicki J. 1997. Zarys wiadomości o barwie. Łódź, Fundacja rozwoju polskiej kolorystyki.
- Molina-Cano J. L. 1987. The EBC barley and malt committee index for the evaluation of malting quality in barley and its use in breeding. *Plant Breeding*, 98: 249 — 256.
- O'Rourke N., Hatcher L., Stepanski E. J. 2005. A step-by step approach to using SAS for univariate and multivariate statistics. 2nd Edition. SAS Publishing Inc., Jon Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- Osowski S. 1996. Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Osowski S. 2002. Sieci neuronowe typu SVM w zastosowaniu do klasyfikacji wzorców. *Przegląd Elektrotechniczny*, 78(2): 29 — 36.
- Pastuszek W. 2000. Barwa w grafice komputerowej. Warszawa, PWN.
- Pillai K. C. S. 1985. Multivariate analysis of variance (MANOVA). *ESS*, 6: 20 — 29.
- Rao C. R. 1973. Linear statistical inference and its applications. New York, John Wiley & Sons Inc.
- SAS Institute, Inc., 2004 a. BASE SAS 9.1.3 Procedures Guide. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS Institute, Inc., 2004 b. SAS 9.1 Companion for Windows. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SAS Institute, Inc., 2004 c. SAS/STAT 9.1 User's Guide. SAS Publishing, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shapiro S. S., Wilk M. B. 1965. An analysis of variance test of normality (complete samples). *Biometrika*, 52: 591 — 611.
- Trajer J., Sałat R. 2005. Sztuczne sieci neuronowe w klasyfikacji warzyw i identyfikacji ich cech. W: Trajer J., Jaros M. (red.). Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zmian jakości wybranych warzyw w procesach ich suszenia i przechowywania. Wydawn. SGGW, Warszawa: 37 — 54.
- Vaylay R., Santen van E. 2002. Application of canonical discriminant analysis for the assessment of genetic variation in tall fescue. *Crop Sci.* 42: 534 — 539.
- Weber R., Zalewski D. 2004. Plonowanie odmian pszenicy ozimej w zróżnicowanych środowiskach. *Biuletyn IHAR*, 233: 17 — 28.
- Zieliński K. W., Strzelecki M. 2002. Komputerowa analiza obrazu biomedycznego: wstęp do morfometrii i patologii ilościowej. Warszawa, PWN.
- Strony internetowe:
 Projekt Eurequa; weryfikacja: 2005 — <http://www.eurequa.pl/>
 Teoria postrzegania barw; weryfikacja: 2005 — <http://semmix.pl/color/models/mo112.htm>.

KAZIMIERZ NOWOROLNIK**DANUTA LESZCZYŃSKA**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wpływ dawki azotu na plonowanie odmian jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym

Effect of nitrogen rate on yielding of spring barley cultivars in a pot experiment

W latach 2000–2001 i 2001–2002 przeprowadzono 2 serie doświadczeń wazonowych z 8 odmianami jęczmienia jarego (po 4 odmiany w każdej serii) stosując pod nie 3 dawki N: 1, 2 i 3 g na wazon. Odmiany: Justina i Annabell wykazały istotny wzrost plonu ziarna pod wpływem zwiększenia dawki N do 3 g/wazon. Pozostałe odmiany: Antek, Blask, Omaha, Binal, Granal i Johan plonowały podobnie przy dawkach 2 i 3 g N, a wyżej w stosunku do dawki N-1 g/wazon. Dodatni wpływ azotu na plon jęczmienia był związany z większym rozkrzewieniem produkcyjnym roślin. Wszystkie odmiany reagowały znacznym wzrostem zawartości białka w ziarnie pod wpływem zwiększania dawki azotu.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, dawka N, odmiany, plon ziarna, struktura plonu

Two series of pot experiment were carried out in the period of 2000–2002 to determine the response of 8 spring barley cultivars to three nitrogen fertilization rates: 1, 2 and 3 g N per pot. The Justina and Annabell cultivars showed significant increase of grain yield with increase of N rate to 3 g per pot. For the remaining cultivars, significant differences of yield increase were observed between the doses of 1 g N and 2 g N per pot; the yields at 2g N and 3 g N per pot were similar. The grain yield increment was related to increase of productive tillering rate. All cultivars showed great increase of protein content in grain with increase of N rate.

Key words: cultivars, grain yield, nitrogen dose, spring barley, yield components

WSTĘP

Poziom nawożenia azotem wpływa niejednakowo na plon ziarna różnych odmian jęczmienia jarego (Brvkovič, Lazovič, 1986; Cyfert i in., 2004; Kamińska, Mazgalska, 1988; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Petkova, 1989; Prugar, Strnad, 1981). Wiąże się to z różnicami w zakresie niektórych cech morfologiczno-fizjologicznych odmian. Takie cechy jak lepsza zdolność do krzewienia się, większa długość pędów wraz z ich słabszą sztywnością i elastycznością (zwiększającą podatność na wyleganie), nie sprzyjają dodatniej reakcji odmian na wysokie dawki azotu (Noworolnik, 2003). Azot z reguły

dotatnio wpływa na rozkrzewienie produkcyjne roślin, a często także na liczbę ziaren w kłosie i jest ważnym czynnikiem plonotwórczym (Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Leszczyńska, Noworolnik, 1998). Duża liczba wprowadzonych ostatnio do Rejestru odmian jęczmienia jarego uzasadnia celowość systematycznego badania wymagań nawozowych nowych odmian odnośnie azotu. Dla doświadczeń prowadzonych w warunkach kontrolowanych (w małym stopniu zależnych od przebiegu pogody w latach) wystarczający jest okres dwuletni (Ruszkowski, 1984).

Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna na wzrastający poziom nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG w Puławach posługując się wazonami Mitscherlicha (o poj. 7 kg gleby). Badano reakcje różnych odmian: Antek, Blask, Justina i Omaha (w serii 2000–2001) oraz Annabell, Binal, Granal i Johan (w serii 2001–2002) na 3 poziomy nawożenia azotem: 1, 2 i 3 g N/wazon. Z tych odmian tylko Omaha nie została u nas zarejestrowana. Dawki 1 i 2 g N/wazon dzielono na dwie części: 60% przed siewem + 40% przy końcu krzewienia, a dawkę 3 g N/wazon na trzy części: 60% przed siewem + 25% przy końcu krzewienia + 15% przed kłoszeniem. Użyto glebę o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego o dość wysokiej zawartości przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu. Nawożenie innymi składnikami stosowano przedsiewnie w dawkach: 0,8 g P; 1,7 g K; 0,4 g Mg; 50 mg Fe; 5 mg B i 3 mg Cu/wazon. Siewu dokonano w końcu marca. W fazie 2 liści pozostawiono (po przerywce) po 10 roślin w wazonie. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% polowej pojemności wodnej. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach.

Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna, cechy jego struktury oraz zawartość białka w ziarnie (metodą Dumasa). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, obliczając zmienność odmian, dawek azotu i współdziałanie odmian z dawkami N. Istotność różnic oceniono za pomocą testu Tukeya. Obliczono także plon białka i efektywność dawki 2 g N/wazon (przyrost plonu białka na tej dawce w stosunku do dawki 1 g N) oraz dawki 3 g N/wazon (podobnie w stosunku do dawki 2 g N).

WYNIKI

Stwierdzono istotny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia jarego, współdziałanie nawożenia z odmianami, a także zróżnicowanie plonu między odmianami (tab. 1, 2).

Wszystkie odmiany jęczmienia plonowały wyżej przy dawce 2 g N w stosunku do dawki 1 g N na wazon. Dalszy istotny wzrost plonu ziarna przy dawce 3 g N/wazon wykazały dwie odmiany Justina i Annabell. Wzrost plonu ziarna był efektem zwiększenia liczby kłosów w wazonie. Istotnym wzrostem rozkrzewienia produkcyjnego przy dawce 3 g N/wazon w porównaniu z dawką 2 g N charakteryzowały się odmiany: Justina, Omaha,

Annabell, Granal i Johan, ale tylko u odmian Justina i Annabell spowodowało to istotny wzrost plonu.

Tabela 1

**Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu
(2000–2001)**
**Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars
(2000–2001)**

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna w g na wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Masa ziarna z kłosa Grain yield per ear g	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g
Antek (past)* AT	1	46,7	44,8	1,04	20,2	51,4
	2	57,8	57,4	1,01	19,8	50,8
	3	56,7	60,5	0,94	20,4	46,0
	$\bar{x}$	53,7	54,2	1,00	20,1	49,4
Blask (brow)* PL	1	48,9	47,3	1,03	21,1	48,6
	2	57,1	57,2	1,00	20,3	48,9
	3	58,8	61,0	0,96	21,6	44,3
	$\bar{x}$	54,9	55,1	1,00	21,0	47,3
Justina (past) DE	1	50,4	46,7	1,08	22,2	48,5
	2	65,2	59,2	1,10	23,2	47,3
	3	71,0	65,8	1,08	23,6	45,6
	$\bar{x}$	62,2	57,2	1,09	23,0	47,1
Omaha (past) DE	1	49,8	45,4	1,10	21,6	50,9
	2	62,3	58,2	1,07	21,9	48,8
	3	60,4	65,9	0,92	20,2	45,4
	$\bar{x}$	57,5	56,5	1,03	21,2	48,3
Średnio Mean	1	48,9	46,0	1,06	21,3	49,8
	2	60,6	58,0	1,04	21,2	48,9
	3	61,7	63,3	0,97	21,4	45,3
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		4,0	r.n.	0,08	1,5	2,2
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		4,7	5,1	0,08	r.n.	2,8
NIR _(0,05) dla interakcji czynników LSD _(0,05) for factors interaction		5,4	6,3	0,10	r.n.	r.n.

* Past — odmiana pastewna, fodder cultivar

* Brow — odmiana browarna, brewing cultivar

Interakcję dawki azotu z odmianami stwierdzono także dla masy ziarna z kłosa (tab. 1, 2). Obniżenie tej masy przy dawce 3 g N w stosunku do dawki 1 g N na wazon wystąpiło tylko u odmian: Antek, Omaha i Granal. Inne odmiany nie reagowały istotnymi zmianami plenności kłosa pod wpływem dawki azotu. Zróżnicowanie liczby ziaren w kłosie badanych odmian pod wpływem nawożenia N było nieistotne, a zmiany masy ziarna w kłosie niektórych odmian wynikały ze zmienności masy 1000 ziaren. Tendencję do większej niżki MTZ przy dużej dawce azotu wykazały odmiany Granal i Johan, a następnie Antek i Omaha. Mniejsze zróżnicowanie dorodności ziarna obserwowano u odmiany Justina.

Tabela 2

**Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu
(2001–2002)**

**Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars
(2001–2002)**

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna g/wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Masa ziarna z kłosa Grain yield per ear g	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight g
Annabell (brow)* DE	1	48,3	53,8	0,90	20,1	44,8
	2	62,8	70,1	0,89	19,6	45,3
	3	69,7	78,5	0,88	20,0	43,7
	$\bar{x}$	60,3	67,5	0,89	19,9	44,6
Binal (brow) PL	1	43,2	47,0	0,92	21,1	43,4
	2	58,1	58,1	1,00	22,6	44,2
	3	57,0	62,3	0,92	22,9	40,1
	$\bar{x}$	52,8	55,8	0,95	22,2	42,6
Granal (brow) PL	1	44,7	40,1	1,12	21,0	53,2
	2	57,5	56,5	1,02	20,1	50,6
	3	62,1	66,0	0,94	20,3	46,3
	$\bar{x}$	54,8	54,2	1,02	20,5	50,0
Johan (brow) AT	1	46,4	44,2	1,05	20,5	51,1
	2	59,0	53,4	1,10	22,2	49,4
	3	63,2	62,6	1,01	22,5	44,8
	$\bar{x}$	56,2	53,4	1,05	21,7	48,4
Średnio Mean	1	45,6	46,3	1,00	20,7	48,1
	2	59,3	59,5	1,00	21,1	47,4
	3	63,0	67,4	0,94	21,4	43,7
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		3,7	4,2	0,09	1,7	3,0
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		4,5	5,3	r.n.	r.n.	2,8
NIR _(0,05) dla interakcji czynników LSD _(0,05) for factors interaction		4,9	r.n.	0,12	r.n.	r.n.

* Brow — odmiana browarna, brewing cultivar

W miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem uzyskano duży wzrost zawartości białka w ziarnie wszystkich odmian, a w szczególności Binal i Blask (tab. 3, 4). Plon białka badanych odmian był około dwukrotnie wyższy przy dawce 3 g N w porównaniu z dawką 1 g N na wazon. Największą zwyżką plonu białka wyróżniła się odmiana Justina, a w następnej kolejności Annabell, Granal i Binal. Najwyższą efektywnością średniej dawki azotu charakteryzowała się Justina, a następnie Binal i Antek, a wysoką efektywnością dużej dawki N cechowały się odmiany: Justina, Annabell i Johan.

W pierwszej serii doświadczeń (tab. 1, 3) najwyższy plon ziarna i białka spośród odmian wydała Justina, a w drugiej serii (tab. 2, 4) — Annabell. Te odmiany charakteryzowały się największym rozkrzewieniem produkcyjnym roślin. Wysoką masą ziarna z kłosa wyróżniały się odmiany: Justina i Johan. Justina cechowała się ponadto największą liczbą ziaren w kłosie, zaś Granal i Antek posiadały największą masę 1000 ziaren.

Tabela 3

Wpływ nawożenia azotem na zawartość i plon białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego (2000–2001)
Effect of nitrogen fertilization on protein content and protein yield in grain of spring barley cultivars (2000–2001)

Cecha Trait	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Odmiana Cultivar				Średnio Mean
		Antek	Blask	Justina	Omaha	
	1	11,2	11,3	10,0	10,1	10,6
Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	2	14,5	13,8	14,1	13,2	13,9
Protein content in grain (d.m. %)	3	16,3	17,2	16,6	15,2	16,3
	$\bar{x}$	14,0	14,1	13,6	12,8	—
NIR _(0,05) dla: odmian — 0,9; dawek N — 1,1; interakcji czynników — r.n.						
LSD _(0,05) for cultivars — 0,9; N rate — 1,1, factors interaction — n.s.						
	1	5,23	5,52	5,04	5,03	5,20
Plon białka (g/wazon)	2	8,38	7,88	9,19	8,10	8,39
Protein yield (g/pot)	3	9,24	10,11	11,78	9,18	10,08
	$\bar{x}$	7,62	7,84	8,67	7,44	—
Efektywność nawożenia*	2–1			4,15	3,07	3,18
w przedziale dawek N						
Fertilization efficiency in N rate range	3–2	0,86	1,28	2,59	1,08	1,45

* Przyrost plonu białka (g) na 1 g N

* Protein yield increase (g) per 1 g N

Tabela 4

Wpływ nawożenia azotem na zawartość i plon białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego (2001–2002)
Effect of nitrogen fertilization on protein content and protein yield in grain of spring barley cultivars (2001–2002)

Cecha Trait	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Odmiana Cultivar				Średnio Mean
		Annabell	Binal	Granal	Johan	
	1	11,1	10,9	11,0	11,1	11,0
Zawartość białka w ziarnie (% s.m.)	2	12,9	13,7	13,7	12,7	13,2
Protein content in grain (d.m. %)	3	15,3	17,0	15,9	15,8	16,0
	$\bar{x}$	13,1	13,9	13,5	13,2	—
NIR _(0,05) dla: odmian — 0,7; dawek N — 1,0; interakcji czynników — r.n.						
LSD _(0,05) for cultivars — 0,7; N rate — 1,0, factors interaction — n.s.						
	1	5,36	4,71	4,92	5,15	5,03
Plon białka (g/wazon)	2	8,10	7,96	7,88	7,49	7,86
Protein yield (g/pot)	3	10,66	9,69	9,87	9,98	10,05
	$\bar{x}$	8,04	7,45	7,56	7,54	—
Efektywność nawożenia*	2–1	2,74	3,25	2,96	2,34	2,82
w przedziale dawek N						
Fertilization efficiency in N rate range	3–2	2,56	1,73	1,99	2,49	2,19

* Przyrost plonu białka (g) na 1 g N

* Protein yield increase (g) per 1 g N

DYSKUSJA

Stwierdzono współdziałanie odmian jęczmienia z poziomem nawożenia azotem. Silniejszy wzrost plonu ziarna pod wpływem zwiększania dawki azotu do 3 g/wazon

wykazały odmiany: Justina i Annabell. Było to efektem większego rozkrzewienia produkcyjnego roślin przy dużej dawce azotu.

W literaturze naukowej brakuje dokładnych informacji na temat reakcji najnowszych odmian jęczmienia (badanych w niniejszej pracy) na nawożenie azotem.

W serii doświadczeń odmianowych (Cyfert i in., 2004) porównywano plonowanie aktualnie zarejestrowanych odmian jęczmienia jarego przy dwu poziomach intensywności nakładów (nawozy, środki ochrony roślin). Średnio z wszystkich doświadczeń, badane odmiany wykazały duży wzrost plonu ziarna na wysokim poziomie (110 kg N/ha) w stosunku do poziomu średniego (70 kg N/ha). Brak wyraźnych różnic między odmianami odnośnie ich reakcji na wysoki poziom nawożenia N można tłumaczyć uwikłaniem czynnika azotowego z innymi czynnikami siedliskowo-agrotechnicznymi (glebowymi, klimatycznymi, ochroną roślin).

We wcześniejszych doświadczeniach wazonowych (Leszczyńska, Noworolnik, 1998; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Noworolnik, Leszczyńska 2000, 2002) większość badanych odmian plonowała podobnie przy dawkach 2 i 3 g N/wazon, a niektóre: Brenda, Start, Rodion, Ramon, Madonna i Poldek reagowały dodatnio na dawkę 3 g N/wazon. Wszystkie odmiany zwiększały znacznie liczbę kłosów w wazonie pod wpływem podwyższania poziomu nawożenia N. Największe zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego roślin obserwowano u odmian: Start, Boss, Bies, Rodion, Brenda, Refren, Rastik i Stratus. Najślabszą reakcją pod tym względem charakteryzowały się odmiany: Rambo, Klimek, Prosa, Bryl i Scarlett.

W niniejszych badaniach, podobnie jak w badaniach wcześniejszych (Leszczyńska, Noworolnik, 1998; Noworolnik, 1990, 1996, 2003; Noworolnik, Leszczyńska 2000, 2002) stwierdzono słaby wpływ nawożenia azotem na cechy produkcyjności kłosa. Zdecydowana większość odmian nie wykazała istotnych zmian liczby ziaren w kłosie przy różnych dawkach N, ale niektóre z nich – Rabel, Rodion, Boss, Refren i Scarlett zmniejszały wartości tej cechy przy dużej dawce N. Stwierdzono różną reakcję odmian na dawkę N pod względem masy 1000 ziaren. Należy wyróżnić odmiany: Start i Ramon reagujące dodatnio pod tym względem na dużą dawkę azotu i grupę odmian: Boss, Rambo, Atol, Bies, Brenda, Stratus i Scarlett zmniejszających dorodność ziarna przy tej dawce. Większość odmian nie wykazała jednak zmienności tej cechy pod wpływem dawek azotu.

Wszystkie odmiany omawiane w niniejszej publikacji podobnie jak wcześniej badane zwiększały zawartość białka w ziarnie w miarę wzrostu dawki azotu (największe zwyżki dotyczyły odmian: Rodion, Boss, Orthege i Stratus). Dodatni wpływ nawożenia azotem na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego stwierdzono także w badaniach zagranicznych (Brvkovič, Lazovič, 1986; Petkova, 1989).

WNIOSKI

1. Wszystkie badane odmiany dodatnio reagowały na zwiększenie dawki azotu z 1 do 2 g N/wazon, a dwie z nich — Justina i Annabell wykazały dalszy istotny wzrost plonu ziarna przy najwyższej dawce N (3 g/wazon).

2. Dodatni wpływ wzrastającej dawki nawożenia azotu na plon odmian jęczmienia był efektem zwiększania się liczby kłosów w wazonie wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin, przy niewielkiej zmienności cech produkcyjności kłosa (MTZ, liczba ziaren w kłosie).
3. Wraz ze wzrostem dawki azotu zwiększała się znacznie zawartość białka w ziarnie jęczmienia, w większym stopniu u odmian: Justina, Blask i Binal.

LITERATURA

- Brvkovič M., Lazovič D. 1986. Utičaj povecanih kolcina dubriva na prinos i morfolške osobine nekih sorata jarog ječma. *Agrohemijska*. 5/6: 389 — 396.
- Cyfert R., Michalak A., Najewski A., Zych J. 2004. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych. *Zboża jare*. 22.
- Kamińska J., Mazgalska W. 1988. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na nawożenie azotowe w doświadczeniu wazonowym. *Biul. IHAR* 165: 15 — 33.
- Kulik D. 1981. Ertragsstruktur bei Sommergerste unter dem Einfluss unterschiedlicher Düngungsintensität. *Braugerstetagung, Halle*: 219 — 234.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. *Pam. Puł.* 112: 145 — 149.
- Noworolnik K. 1990. Plonowanie odmian jęczmienia jarego na różnych dawkach azotu. *Biul. IHAR* 176: 37 — 41.
- Noworolnik K. 1996. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 197: 121 — 125.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Monogr. i Rozpr. Nauk., IUNG*, 8: 1 — 66.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163 — 166.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2002. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 221: 67 — 72.
- Petkova M. 1989. Vlijanie na mineralnoto torenu vrchu produktivnosta na novi sortove pivovaren ecemik. *Rasten. Nauki*, 26 (4): 24 — 27.
- Prugar J., Strnad P. 1981. Einfluss der N-Düngung auf Ertrag und Qualität der Sommergerste. *Braugerstetagung, Halle*: 211 — 218.
- Ruszkowski M. 1984. Możliwość oceny reakcji odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w doświadczeniach wazonowych. *Biul. IHAR* 154: 15 — 18.

AGNIESZKA KATAŃSKA**ZBIGNIEW BRODA**Katedra Genetyki i Hodowli Roślin
Akademia Rolnicza w Poznaniu

Wpływ 2,4 D i picloramu na indukcję androgenezy pszenżyta ozimego (*Triticosecale* Wittm.)

The influence of 2.4 D and picloram on androgenesis of winter triticales (*Triticosecale* Wittm.)

Obiektem badań były odmiany pszenżyta ozimego: Bogo, Hewo, Tornado, Kitaro, Sekundo, Kazo oraz 1 ród SZDB 154. Celem pracy było określenie wpływu stężenia mieszaniny auksyn — 2,4 D i picloramu na efektywność androgenezy wybranych odmian pszenżyta ozimego. W doświadczeniu zastosowano pożywkę C₁₇ (Wang i Chen, 1983) z dodatkiem 2,4 D i picloramu w następujących stężeniach: 1 mg 2,4 D + 0,5 mg picloramu / na litr pożywki; 1 mg 2,4 D + 1,0 mg picloramu / na litr pożywki; 1 mg 2,4 D + 1,5 mg picloramu / na litr pożywki; Pożywkę bez auksyn traktowano jako kontrolę dla powyższego doświadczenia. Uzyskany kalus hodowano na pożywce regeneracyjnej 190-2 (Zhuang i Jia, 1983). Wyższe stężenie mieszaniny auksyn wpłynęło pozytywnie na indukcję kalusa. Najwyższą efektywność androgenezy zaobserwowano u odmiany Kazo na pożywce C₁₇ z dodatkiem 1 ml 2,4 D i 1,5mg picloramu/ na litr pożywki — 47,6 kalusów embriogennych na 100 wyłożonych. Najniższą, u odmiany Kitaro na pożywce C₁₇ bez dodatku mieszaniny auksyn — 3,3 kalusów embriogennych na 100 wyłożonych pylników. Obserwowano również wpływ genotypu odmian na indukcję androgenezy. Niezależnie od poziomu stężenia auksyn kalus embriogeny najintensywniej tworzył się u odmiany Kazo, natomiast najslabiej u odmiany Kitaro. W doświadczeniu najwięcej zielonych roślin otrzymano u odmiany Kazo na pożywce C₁₇ z dodatkiem 1 mg 2,4 D i 1,5 mg picloramu na litr pożywki.

Słowa kluczowe: androgeneza, auksyna, *in vitro*, odmiany, pszenżyto, pylniki

The research was carried on cultivars of winter triticales: Bogo, Hewo, Tornado, Kitaro, Sekundo, Kazo and one breeding line SZDB 154. It aimed at determination of the influence of 2.4 D and picloram mixture concentration on effectiveness of androgenesis in selected cultivars of winter triticales. In the experiment the medium C₁₇ (Wang and Chen, 1983) with 2.4 D and picloram was applied at the following concentration levels: 1 mg 2.4 D + 0.5 mg picloram / 1 litre of medium; 1 mg 2.4 D + 1.0 mg picloram / 1 litre of medium; 1 mg 2.4 D + 1.5 mg picloram / 1 litre of medium. Higher concentration of auxine mixture caused better callus induction. The highest effectiveness of androgenesis was observed in Kazo on the C₁₇ medium with 1 mg of 2.4 D / 1 litre of medium. The lowest effectiveness was observed in the Kitaro cultivar. The influence of genotype on androgenesis induction was distinct. Independently on the level of the auxine concentration, embryogenic callus developed most intensely

in Kazo, and least intensely in Kitaro. In the experiment, the highest number of regenerated plants was obtained in Kazo on the C₁₇ medium with 1 mg of 2,4 D + 1.5 mg of picloram per one litre medium.

Key words: androgenesis, anthers, auxine, *in vitro*, triticale, varieties

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta znaczenie podwojonych haploidów w hodowli wielu gatunków w tym także pszenżyta ozimego. Zainteresowanie praktyki hodowlanej podwojonymi haploidami wynika przede wszystkim z możliwości otrzymywania roślin w pełni homozygotycznych. Pozwala to na skrócenie cyklu hodowlanego nawet o kilka lat.

Haploidy oraz linie podwojonych haploidów znajdują szereg zastosowań w badaniach nad ekspresją genów i stanowią cenny materiał wyjściowy w hodowli heterozyznej. Wykorzystywane są między innymi do mapowania genomów, ustalania homologii genomów, krzyżowań oddalonych mających na celu wprowadzenie nowych cech np. odporności na choroby.

Do indukowania haploidów u pszenżyta ozimego najczęściej wykorzystuje się technikę kultur pylnikowych. Jednakże ciągle niezadowolające wyniki skłaniają do podejmowania dalszych prac nad podniesieniem efektywności pozyskiwania roślin haploidalnych u tego gatunku.

Obok takich czynników jak: fizjologiczna kondycja roślin donorowych, stadium rozwojowe mikrospor, traktowanie wstępne kłosów obniżoną temperaturą oraz genotyp, decydujących o efektywności tej metody, niezmiernie ważna jest optymalizacja składu pożywek oraz dobór odpowiednich regulatorów wzrostu i rozwoju, zwłaszcza zaś auksyn. Ze względu na najlepsze zdolności indukujące podziały komórkowe i różnicowanie się kalusa (Zheng i in., 1999) najczęściej w androgenezie roślin zbożowych jest używana auksyna 2,4D w stężeniu 2 mg/l. Również inne badania potwierdzają najwyższą skuteczność auksyny 2,4D w procesie androgenezy w porównaniu z innymi związkami z grupy auksyn (Hassawi i in., 1990; Marciniak, 1999). Jednak równie dobrą efektywność androgenezy można uzyskać stosując mieszaniny auksyn. Przeprowadzone przez Marciniaka (1999) badania porównawcze pomiędzy pojedynczo podawanymi do pożywki auksynami a ich mieszaninami, sugerowały, iż najlepszą indukcję kalusa oraz regenerację uzyskano uzupełniając pożywkę mieszaniną 2,4D i picloramu w stężeniu 1:1.

Ze względu na badania przeprowadzone w Katedrze, które potwierdziły korzystniejszy wpływ mieszaniny 2,4D i picloramu (1:1) na przebieg androgenezy w porównaniu do 2,4D, podjęto próbę określenia optymalnego stężenia tej mieszaniny w pożywce indukującej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 6 odmian pszenżyta ozimego: Bogo, Kitaro, Tornado, Sekundo, Kazo, Hewo oraz ród hodowlany SZD154B.

Materiał roślinny, w postaci podkiełkowanych ziarniaków, jarowizowano w warunkach sztucznych w temperaturze 2°C. Po upływie 8 tygodni siewki przenoszono do doniczek.

Na jedną doniczkę przypadały 4 rośliny. Wzrost roślin odbywał się w szklarni przy ustaleniu 16/8 fotoperiodu. Doświadczenia w szklarni prowadzono na przełomie zimy i wiosny, aby zapewnić dobre warunki temperaturowe do wzrostu roślin donorowych. Kłosa po ścięciu traktowano wstępnie obniżoną temperaturą 4°C przez okres 11 dni.

Materiał odkażano w 5% podchlorynie sodu, a następnie płukano w wodzie destylowanej sterylnej. Pylniki pobierano ze środkowej partii kłosa w fazie rozwoju mikrospor — średnio- lub późno- jednojądrowej. Dla każdej kombinacji (odmiana × pożywka) wykładano po 150 pylników. Eksperyment przeprowadzono w 3 powtórzeniach.

W doświadczeniu zastosowano pożywkę indukującą rozwój roślin haploidalnych — C₁₇ (Wang i Chen, 1983) z dodatkiem 2,4 D (kwas 2,4-dichlorofenoksyoctowy) i picloramu (kwas 4-amino 3, 5, 6 trichloropikolinowy) w następujących stężeniach:

- 1 mg 2,4 D + 0,5 mg picloramu / litr pożywki,
- 1 mg 2,4 D + 1,0 mg picloramu / litr pożywki,
- 1 mg 2,4 D + 1,5 mg picloramu / litr pożywki.

Pożywkę bez auksyn traktowano kontrolnie dla powyższego doświadczenia. Hodowlę pylników prowadzono przez 8 tygodni w zaciemnieniu w temperaturze 26°C. Otrzymany kalus przekładano na pożywkę regeneracyjną 190-2 (Zhuang i in., 1983) z dodatkiem 0,5 mg kinetyny i 0,5 mg NAA.

Procent uzyskanego kalusa oraz zregenerowanych roślin obliczono w stosunku do wyłożonych pylników.

Analizę statystyczną wykonano dla liczby uzyskanego kalusa oraz sumy otrzymanych roślin zielonych i albinotycznych. W celu określenia istotności różnic między kombinacjami doświadczalnymi zastosowano analizę wariancji oraz test Newmanna-Keulsa. W obliczeniach statystycznych korzystano z danych transformowanych wg formuły $y = \arcsin x$. Analizy przeprowadzono wykorzystując pakiet Statistica 5.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

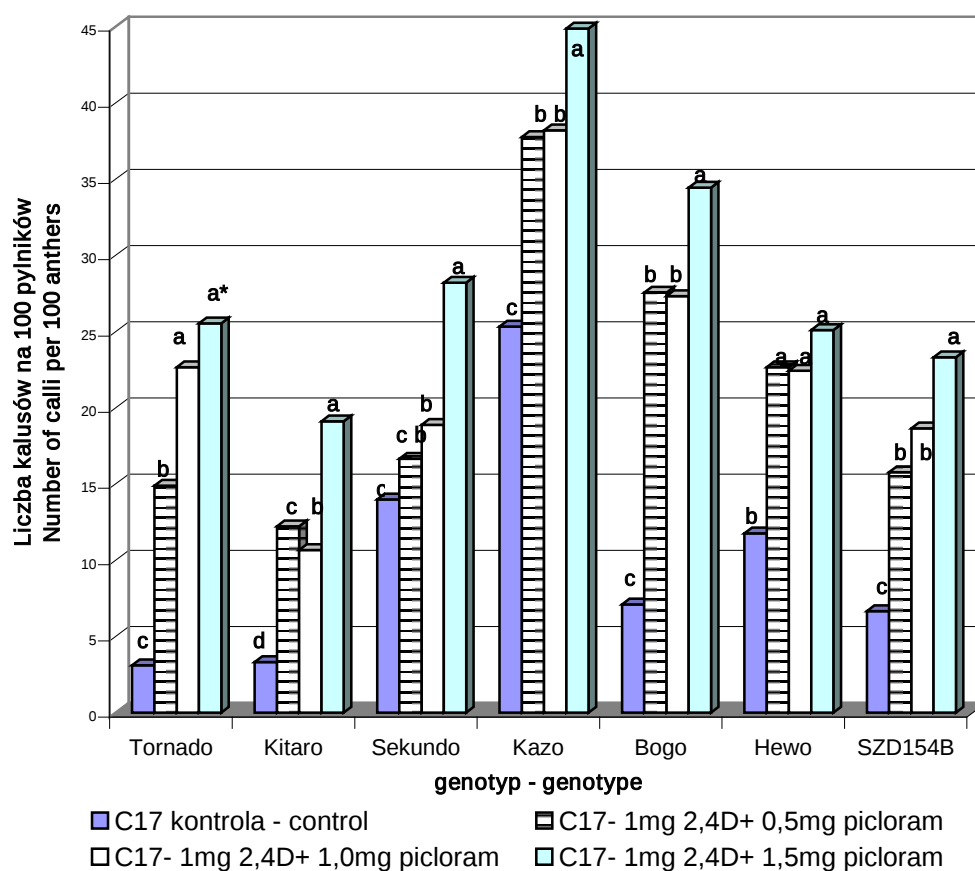
Na podstawie analizy wariancji stwierdzono istotny wpływ stężenia mieszaniny auksyn oraz genotypu na proces tworzenia się kalusa oraz sumę zregenerowanych roślin zielonych i albinotycznych. Również interakcja pomiędzy stężeniem auksyn a genotypem wpływała istotnie na badane cechy (tab. 1).

Wpływ mieszaniny 2,4 D i picloramu podanej w różnych stężeniach na indukcję kalusa przedstawiono na rysunku 1. Pomimo tego, że niekiedy dodatek do pożywki regulatorów wzrostu i rozwoju nie jest niezbędny (Sharma i in., 1982; Rogalska i Mikulski, 1995), to w większości danych literaturowych określa się rolę auksyn w kulturach pylnikowych jako pozytywnie wpływającą na rozwój kalusa. W niniejszym doświadczeniu zaobserwowano podobne zależności.

Tabela 1

Wpływ stężenia mieszaniny 2,4 D i picloramu na indukcję androgenyzy wyrażoną liczbą uzyskanych kalusów na 100 wyłożonych pylników u wybranych odmian pszenżyta ozimego
Testing of hypotheses concerning genotypes, concentrations of auxines and interaction between these factors in variance analysis of two-factorial experiment with triticale

Odmiany Cultivars	Liczba uzyskanych kalusów na 100 wyłożonych pylników Number of obtained calli per 100 anthers plated			
	kontrola control	1 mg/l 2,4 D+ 0,5mg/l picloram	1 mg/l 2,4 D+ 1,0mg/l picloram	1 mg/l 2,4 D+ 1,5mg/l picloram
Bogo	7,1	29,6	30,0	36,0
Hewo	11,6	23,0	23,0	25,1
SZDB 154	6,6	17,0	20,3	26,3
Tornado	5,0	14,0	25,4	28,0



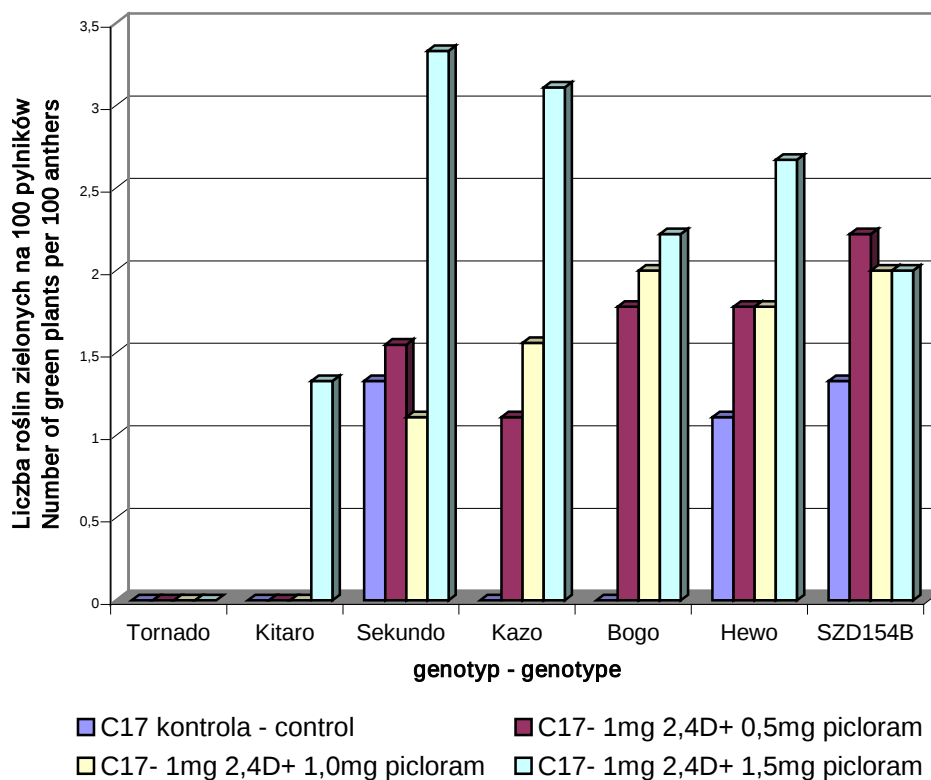
a* Wartości dla każdej odmiany oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie $\alpha = 0,05$ wg testu Newmanna-Keulsa
 a* Values for each cultivar designated with the same letter do not differ significantly, according to the Newmann-Keuls test

Rys. 1. Wpływ genotypu pszenżyta oraz mieszaniny 2,4D i picloramu na efektywność wytwarzania tkanki kalusowej

Fig. 1. Influence of genotype and concentration of mixture 2.4 D and picloram on induction of callus

Mieszanina auksyn w przypadku wszystkich badanych genotypów działała stymulująco na rozwój kalusa w porównaniu do kontroli. Pożywka z dodatkiem 1mg 2,4D i 1,5 mg picloramu okazała się najlepszą pod względem tworzenia tkanki kalusowej dla większości badanych genotypów (rys. 1). Jedynie u odmian Tornado i Hewo nie obserwowano istotnej różnicy pomiędzy najwyższym stężeniem — 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu a stężeniem 1 mg/l 2,4D i 1 mg/l picloramu. Najwyższy poziom indukcji kalusa obserwowano u odmiany Kazo na pożywce uzupełnionej 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu. Liczba kalusów w przypadku tej odmiany wyniosła 44,9%. Najniższą frekwencję kalusa otrzymano prowadząc kulturę pylników odmiany Tornado na pożywce niezawierającej badanych auksyn — 3,1%.

Większość genotypów odmian również pod względem liczby uzyskanych roślin zielonych pozytywnie zareagowała na auksyny dodane do pożywek indukujących. Regeneracja roślin zielonych u większości badanych odmian najkorzystniej przebiegała na pożywce uzupełnionej najwyższym stężeniem auksyn — 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu. (rys. 2).

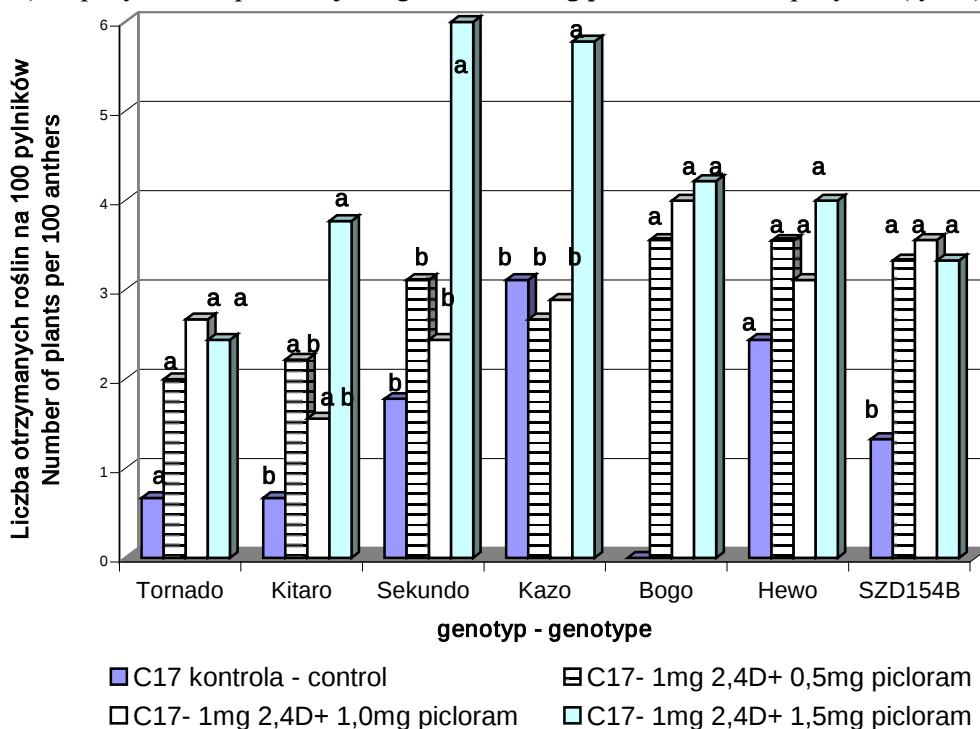


Rys. 2. Wpływ genotypu pszenżyta oraz stężenia 2,4D i picloramu na efektywność regeneracji roślin zielonych

Fig. 2. Influence of genotype and concentration of mixture 2.4 D and picloram on regeneration of green plants

Najwięcej roślin zielonych otrzymano w przypadku odmiany Sekundo (3,3%) oraz Kazo (3,1%) na pożywce uzupełnionej 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu. Tylko ród SZD154B wykazał wyższy poziom regeneracji na pożywce zawierającej 1,0 mg 2,4D i 0,5mg picloramu/l. W przeprowadzonym doświadczeniu u odmiany Tornado niezależnie od zastosowanego stężenia auksyn nie otrzymano roślin zielonych.

Większość badanych genotypów regenerowało (suma roślin zielonych i albinotycznych) na pożywce uzupełnionej 1 mg 2,4D i 1,5 mg picloramu na litr pożywki (rys. 3).



a* Wartości dla każdej odmiany oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie $\alpha = 0,05$ wg testu Newmanna-Keulsa
 a* Values for each cultivar designated with the same letter do not differ significantly, according to the Newmann-Keuls test

Rys. 3. Wpływ genotypu pszenżyta oraz stężenia mieszaniny 2,4D i picloramu na efektywność regeneracji roślin (suma roślin zielonych i albinotycznych)
Fig. 3. Influence of genotype and concentration of mixture 2.4 D and picloram on regeneration of plants (total for green and albino plants)

Jednak tylko u odmiany Sekundo i Kazo wyniki uzyskane na tej pożywce okazały się istotnie różne od wyników otrzymanych na pożywkach zawierających niższe stężenie mieszaniny auksyn. Najwięcej roślin, aż 6% otrzymano prowadząc kulturę pylników odmiany Sekundo na pożywce z dodatkiem najwyższego stężenia auksyn. Równie wysoki poziom regeneracji roślin uzyskano w przypadku Kazo na podłożu zawierającym 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu — 5,8%. W przeprowadzonym doświadczeniu jedynie

w przypadku Bogo na pożywce kontrolnej nie otrzymano w efekcie prowadzenia kultur pylnikowych roślin zielonych i albinotycznych.

Ważnym czynnikiem wpływającym na przydatność auksyn w androgenezie jest uzyskanie optymalnego stężenia podanej auksyny w pożywce indukującej. W pracach standardowych przyjmuje się, że 2,4D podawana jest do pożywki w stężeniu 2 mg/l. Zheng i wsp. (1999) ustalili, na podstawie przeprowadzonych badań, w których testowali cztery stężenia 2,4D (0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg/l), że najwyższą efektywność tworzenia kalusa i regeneracji pszenicy obserwować można uzupełniając pożywkę 1–2 mg/l auksyny. Jednak badania nad kulturami pylnikowymi owsa sugerowały wyższe stężenie 2,4D (nawet przy 6 mg/l) zwłaszcza, na pierwszym etapie kultury (Kiviharju i in., 1999). Wysokie stężenie auksyn również pozytywnie wpływało na proces indukcji androgenezy kukurydzy (Kuo i in., 1994), jęczmienia, (Marsolais i in., 1985) oraz pszenicy (Hu Han, 1997).

PODSUMOWANIE

Najlepsze rezultaty w badaniach nad otrzymywaniem form haploidalnych drogą androgenezy uzyskano stosując pożywkę C17 uzupełnioną 1 mg/l 2,4D i 1,5 mg/l picloramu.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wpływ genotypu na przebieg androgenezy. Najlepszymi zdolnościami do tworzenia kalusa oraz regeneracji roślin wykazała się odmiana Kazo.

LITERATURA

- Hassawi D. S., Qi J., Liang G. H. 1990. Effects of Growth Regulator and Genotype on Production of Wheat and Triticale Polyhaploids from Anther Culture, *Plant Breeding* 104: 40 — 45.
- Hu Han. 1997. *In vitro* induced haploids production in higher plants, vol 4. Kluwer Dordrecht, The Netherlands: 73 — 97.
- Kiviharju E. M., Tauriainen A. A. 1999. 2,4D-dichlorophenoxyacetic acid and kinetin in anther culture of cultivated and wild oats and their interspecific crosses: plant regeneration from *A. sativa* L. *Plant Cell Reports* 18: 582 — 588.
- Marsolais A. A., Kasha K. J. 1985. Callus induction from microspores: the role of sucrose and auxin in a barley culture medium. *Can J. Bot.* 63: 2209 — 2212.
- Marciniak K. 1999. Wpływ mieszaniny auksyn w pożywce indukującej na efektywność androgenezy u pszenżyta ozimego. *Materiały I Krajowej Konferencji: Haploidy i Linie Podwojonych Haploidów w Genetyce i Hodowli Roślin. PTG — PAN*: 17 ss.
- Rogalska S., Mikulski W. 1995. Androgeneza u pszenżyta (*X Triticosecale* Wittm.). *Biul. IHAR* 195/196: 21 — 31.
- Sharma G. C., Wang W. C. and Sapra V. T. 1982. Effect of genotype, media and temperature pretreatment on callus initiation in triticale, wheat, and rye anther cultures. *Cereal Research Comm.* 10/3–4: 143 — 150.
- Wang, Chen. 1983. Preliminary study on prediction of height of pollen H2 generation in winter wheat grown in the field. *Acta Agron. sin.* 9: 283 — 284.
- Zheng, Konzak. 1999. Effect of 2,4D-dichlorophenoxyacetic acid on callus induction and plant regeneration in anther culture of wheat (*Triticum aestivum* L.) *Plant Cell Reports* 19, (1): 69 — 73.
- Zhuang J. J., Jia X. 1983. Increasing differentiation frequencies in wheat pollen callus. In: Hu H. & Vega MR (eds) *Cell and Tissue Culture Techniques for Cereal Crop Improvement* (p 431) Science Press, Beijing.

ZBIGNIEW BRODA¹**AGNIESZKA TOMKOWIAK**¹**DANUTA MACKIEWICZ**¹**DOBEK ANITA**²**HENRYK WOŚ**³**JANINA WOŚ**³**ROMAN WARZECHA**⁴**KRYSTYNA WARZECHA**⁴¹ Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Akademii Rolniczej w Poznaniu² Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Akademii Rolniczej w Poznaniu³ Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Borowo⁴ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Analiza zróżnicowania genetycznego linii pszenżyta przydatnych do hodowli mieszańców przy użyciu markerów molekularnych

Molecular marker based study of genetic diversity of triticale lines suitable for hybrid breeding

Praca prezentuje wyniki doświadczenia mającego na celu określenie zależności efektu heterozji mieszańców F_1 od dystansu genetycznego pomiędzy ich formami rodzicielskimi. Obiektem badań było dziewięć mieszańców pszenżyta wraz z ich komponentami rodzicielskimi. Efekt heterozji obliczono dla plonu oraz następujących cech struktury plonu: długości źdźbła, długości kłosa, liczby kłosków w kłosie, liczby ziaren w kłosie, liczby ziaren w kłosku, masy ziarna w kłosie oraz MTN. Dystans genetyczny określono przy użyciu markerów molekularnych RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA). W pracy wykazano, iż u wszystkich badanych mieszańców większość cech struktury plonu przyjmowała istotnie wyższe wartości niż średnie wartości tych cech obojga rodziców. Badając korelacje dystansu genetycznego z efektem heterozji nie stwierdzono występowania zależności plonu oraz cech struktury plonu z dystansem genetycznym rodziców. W większości obliczone współczynniki korelacji dystansu genetycznego z efektem heterozji poszczególnych cech struktury plonu i plonu były statystycznie nieistotne, ponieważ nie przekraczały wartości krytycznej dla testowania współczynnika korelacji, która wynosi $r = 0,67$ przy $\alpha = 0,05$. Wyjątek stanowią współczynniki korelacji efektu heterozji masy ziaren w kłosie i MTZ z dystansem genetycznym, które kolejno wynoszą $r = 0,86$ i $r = 0,85$.

Słowa kluczowe: pszenżyto, dystans genetyczny, heterozja

The paper presents the results of one year experiment on the relationship between heterosis effect of nine F_1 hybrids and genetic distance between their parental forms. The heterosis effect was calculated

for yield and its components: straw length, spike length, number of spikelets in spike, number of seeds in spike, number of seeds in spikelet, mass of seeds in spike and TKW. The genetic distance was determined basing on RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) molecular markers. All the examined hybrids showed significantly higher values of the studied features in relation to the both parents. The study of correlations between the genetic distance and the heterosis effect showed no tendency of a dependence of crop structure features on parents' genetic distance. Generally, the calculated correlation coefficients didn't exceed the value $r = 0.67$ that was critical for their testing at $\alpha = 0.05$. The seed mass per spike and TKW were exceptional $r = 0.86$ and $r = 0.85$, respectively.

Key words: triticale, genetic distance, heterosis

WSTĘP

Jednym z etapów hodowli odmian mieszańcowych jest wybór linii wsobnych oraz ocena ich przydatności jako komponentów rodzicielskich. O przydatności linii wsobnej decyduje w znacznym stopniu wysokość plonu, jaki uzyskamy po skrzyżowaniu jej z inną linią, czyli tzw. wartość kombinacyjna. Plenność linii rodzicielskich jest zazwyczaj niewielka i nie stanowi najważniejszego kryterium przy ich wyborze. Tradycyjne sposoby określania wartości linii wsobnych wymagają dużych nakładów środków materialnych, co zwiększa koszt hodowli, dlatego też coraz częściej w celu zwiększenia prawdopodobieństwa wyselekcjonowania kombinacji mieszańcowych, które wykazywałyby wysoki efekt heterozji próbuje się selekcjonować formy rodzicielskie w oparciu o dystans genetyczny pomiędzy nimi, określany poprzez polimorfizm markerów DNA (Broda i in., 2002; Bartkowiak i in., 1997). Najczęściej stosowanymi technikami otrzymywania markerów molekularnych są metody wykorzystujące łańcuchową reakcję polimerazy DNA (PCR — Polymerase Chain Reaction). Do najczęściej wykorzystywanych zaliczamy RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), AP-PCR (Arbitrarily Primed PCR) i DAF (DNA Amplification Fingerprinting). Wchodzą one w skład grupy markerów MAAP (Multiple Arbitrary Amplicon Profiling). Metoda RAPD wykorzystuje głównie dziesięcionukleotydowe startery do amplifikacji losowo rozproszonych po genomie odcinków DNA. Tego typu test wymaga niewielkiej ilości DNA oraz jest stosunkowo prosty i szybki w wykonaniu. Duża liczba testowanych starterów zapewnia znalezienie polimorficznych markerów dla badanego materiału.

Celem badań była analiza zróżnicowania genetycznego linii wsobnych pszenżyta, oraz ocena efektu heterozji mieszańców F_1 pszenżyta otrzymanych z linii o zróżnicowanym podobieństwie genetycznym.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie zostało założone w 2004 roku w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach, na poletkach doświadczalnych o powierzchni 10m^2 , w czterech miejscowościach: Borowo, Małyszyn, Radzików i Strzelce.

Materiałem badawczym było 9 mieszańców pszenżyta ozimego wraz z komponentami rodzicielskimi udostępnionymi przez Hodowlę Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Borowo (tab. 1).

Tabela 1

Mieszance i ich formy rodzicielskie Hybrids and their parental forms		
Mieszaniec Hybrid	Forma mateczna — Linie męskosterylne Maternal form — Male sterile line	Forma ojcowska — restorer Paternal form — restorer
BOHT 45	CMS 112 — 15	Witon
BOHT 46	CMS 112 — 15	Krakowiak
BOHT 47	CMS 112 — 15	Pawo
BOHT 49	CMS 114 — 5	Krakowiak
BOHT 50	CMS 114 — 5	Pawo
BOHT 61	CMS Malno 53/3	MAH 3800
BOHT 62	CMS Malno 53/3	Todan
BOHT 72	CMS B1	Krakowiak
BOHT 75	CMS 113 — 3	Pawo

Otrzymywanie markerów molekularnych RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)

Genomowy DNA z form mieszańcowych oraz komponentów rodzicielskich pszenżyta izolowano zmodyfikowaną metodą Thompsona i Henry'ego (1995).

Dyski liściowe o powierzchni 2mm² traktowano 200 µl buforu TPS o składzie: 100 mM Tris HCl o pH 9,5; 1 M KCl; 10 mM EDTA. Inkubację przeprowadzono w probówkach Eppendorfa, w łaźni wodnej w temperaturze 95°C przez 15 minut.

Reakcję łańcuchową polimerazy (PCR) przeprowadzono w objętości 12,5 µl mieszaniny o składzie: woda dejonizowana; 1M Tris HCl o pH 8,3; 25 mM MgCl₂; BSA; 2 mM dNTP; starter-5 pmoli/µl; Taq polimeraza-5U/µl, ekstrakt DNA-25 ng/µl. Taq polimeraza pochodziła z firmy MBI-Fermentas, pozostałe odczynniki pochodziły z firmy SIGMA.

Amplifikację DNA przeprowadzono za pomocą termocyklera T3 BIOMETRA firmy POLYGEN. Po wyjęciu prób z termocyklera do każdej z nich dodano 1µl barwnika (0,25% błękit bromofenolowy; 40% sacharoza; woda dejonizowana)

Elektroforezę produktów amplifikacji przeprowadzono w 1,5% żelu agarozowym o składzie: 1,5g agarozy; 100 ml buforu TBE1 × (10,8g Tris base; 5,5g Boric acid; 4 ml 0,5 M EDTA pH 8,0); 1 µl bromku etydyyny.

Analiza umożliwiająca określenie podobieństwa pomiędzy odmianami w formie dendrogramu została sporządzona przy użyciu programu komputerowego UVIMAP w funkcji Nei i Li (1979):

$$GS = \frac{2n_{xy}}{(n_x + n_y)}$$

gdzie:

$2n_{xy}$ — oznacza liczbę prążków w obu genotypach, natomiast n_x oraz n_y oznaczają liczbę prążków charakterystycznych dla danego genotypu. Wartość GS oznacza indeks podobieństwa pomiędzy dwoma badanymi genotypami. Dystans genetyczny pomiędzy komponentami rodzicielskimi każdego mieszańca obliczano korzystając ze wzoru:

$$D = 1 - GS$$

Efekt heterozji dla poszczególnych cech struktury plonu mieszańców obliczono ze wzoru:

$$E = \frac{\frac{\bar{x}}{\bar{x}_{mat} + \bar{x}_{ojc}}}{2} \times 100$$

E = efekt heterozji

$\bar{x}$ — średnia cechy mieszańca

$\bar{x}_{mat}$ — średnia cechy formy matecznej

$\bar{x}_{ojc}$ — średnia cechy ojcowskiej.

Istotność obliczonych efektów heterozji sprawdzano testem Scheffe'go korzystając z programu statystycznego DGH 2.

Istotność współczynników korelacji pomiędzy efektem heterozji poszczególnych cech struktury plonu a dystansem genetycznym określano na poziomie $\alpha = 0,05$

Obserwacje polowe obejmowały pomiary długości źdźbła oraz długości kłosów, określenie masy ziarna w kłosie, MTZ, liczby kłosków w kłosie, liczby ziaren w kłosie, liczby ziaren w kłosku. Obserwacje przeprowadzono na 150 losowo wybranych źdźbłach z trzech powtórzeń każdego z mieszańców oraz komponentów rodzicielskich.

WYNIKI

Spośród 85 testowanych starterów oligonukleotydowych, 10 generowało wysoki polimorfizm (426 prążków polimorficznych), który pozwolił na określenie dystansu genetycznego pomiędzy badanymi liniami pszenżyta. Startery oraz ich sekwencje nukleotydowe tworzące polimorfizm zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

Startery i ich sekwencje nukleotydowe tworzące polimorfizm w liniach triticales
Sequences of primers detecting polymorphism of triticales lines

Numer startera Primers no	Sekwencja nukleotydowa Sequences 5'-3' of primers
OPA 04	AATCGGGCTG
OPA 07	GAAACGGGTG
OPA 09	GGGTAACGCC
OPA 12	TCGGCGATAG
OPA 14	TCTGTGCTGG
OPB 17	AGGGAACGAG
OPF 08	GGGATATCGG
OPH 09	TGTAGCTGGG
OPH 20	GGGAGACATC
OPI 12	AGAGGGCACA

Wartość dystansu genetycznego pomiędzy formami rodzicielskimi poszczególnych mieszańców mieści się w zakresie od 80% w przypadku mieszańca BOHT 45 do 95% w przypadku mieszańca BOHT 61 (tab. 3), przedstawia to dendrogram UPGMA

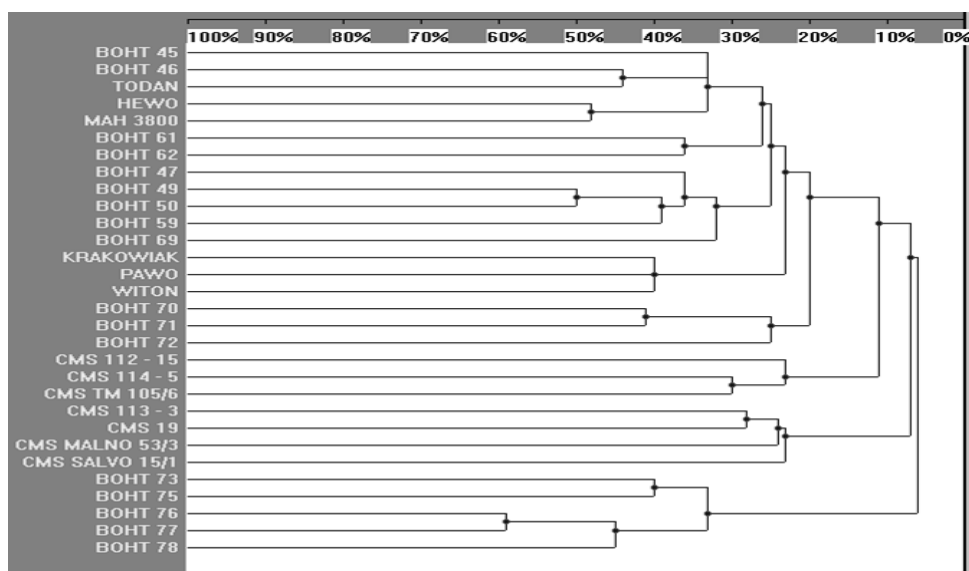
(Unweighted Pair Group Method of Arithmetic Means) (rys. 1) wykreślony na podstawie indeksu podobieństwa.

Tabela 3

Dystans genetyczny pomiędzy formami rodzicielskimi poszczególnych mieszańców oraz poziom ich plonowania

Genetic distance between parental forms of individual hybrids and their yields

Mieszańce Hybrids	Formy rodzicielskie Parental forms		Dystans genetyczny Genetic distance	Plon nasion Seed yield	
	mateczna — linie męskosterylne maternal male sterile lines	ojcowska — restorery paternal form — restorers		dt/ha	względem kontroli Woltario + Lamberto % of control
BOHT 45	CMS 112-15	Witon	0,88	88,38	104,61
BOHT 46	CMS 112-15	Krakowiak	0,80	87,03	103,02
BOHT 47	CMS 112-15	Pawo	0,92	93,96	111,21
BOHT 49	CMS 114-5	Krakowiak	0,84	83,99	99,42
BOHT 50	CMS 114-5	Pawo	0,84	89,86	106,36
BOHT 61	CMS Malno 53/3	MAH 3800	0,95	87,85	103,98
BOHT 62	CMS Malno 53/3	Todan	0,85	87,71	103,82
BOHT 72	CMS B1	Krakowiak	0,88	78,74	93,19
BOHT 75	CMS 113-3	Pawo	0,86	87,36	103,4
NIR _{0,05} —LSD _{0,05}				7,68	



Rys. 1. Dendrogram przedstawiający podobieństwo genetyczne pomiędzy mieszańcami i ich komponentami rodzicielskimi

Fig. 1. Dendrogram showing similarity between the hybrids and their parental forms

Pod względem długości źdźbła wszystkie mieszańce charakteryzują się istotnym efektem heterozji. W przypadku tej cechy efekt heterozji nie jest jednak istotnie

skorelowany z dystansem genetycznym gdyż współczynnik korelacji $r = 0,64$ jest niższy od wartości krytycznej $r = 0,67$ przy $\alpha = 0,05$ (tab. 4 i 5).

Tabela 4

Wielkość efektu heterozji poszczególnych cech struktury plonu oraz samego plonu mieszańców
Heterosis effect for yield and its components

Mieszaniec Hybrid	Długość żdźbła Straw length	Długość kłosa Spike length	Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets in spike	Liczba ziaren w kłosie Number of seeds in spike	Liczba ziaren w kłosku Number of seeds in spikelet	Masa ziarna w kłosie Mass of seeds in spike	MTN TKW	Plon Yield
BOHT 45	104*	96*	106*	100	95*	103	108*	105*
BOHT 46	110*	94*	111*	121*	108*	109	104*	117*
BOHT 47	115*	101	106*	128*	121*	139*	115*	111*
BOHT 49	104*	107*	102*	104*	104*	101	104*	113*
BOHT 50	107*	106*	100	99	100	118*	108*	106*
BOHT 61	119*	116*	108*	123*	115*	166*	133*	110*
BOHT 62	111*	102	115*	102	95*	110*	114*	104*
BOHT 72	108*	100	112*	133*	119*	126*	107*	106*
BOHT 75	114*	101	102*	107*	104	110*	110*	103*

* Istotny przy $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

Tabela 5

Korelacja dystansu genetycznego z efektem heterozji poszczególnych cech struktury plonu oraz samego plonu mieszańców
Correlations between genetic distance and heterosis effect for yield and its components

Cechy Characters	Długość żdźbła Straw length	Długość kłosa Spike length	Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets in spike	Liczba ziaren w kłosie Number of seeds in spike	Liczba ziaren w kłosku Number of seeds in spikelet	Masa ziarna w kłosie Mass of seeds in spike	MTN TKW	Plon Yield
Współczynnik korelacji dystansu genetycznego z efektem heterozji Correlation coefficients	0,64	0,63	0,03	0,45	0,54	0,86*	0,85*	-0,13

* Istotna przy $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

Dla długości kłosa, liczby kłosków w kłosie, liczby ziaren w kłosie i liczby ziaren w kłosku, obserwuje się nieistotny lub istotny efekt heterozji, który nie jest istotnie skorelowany z dystansem genetycznym gdyż wartości współczynnika korelacji są również niższe od wartości krytycznej $r = 0,67$ przy $\alpha = 0,05$ (tab. 4 i 5). W przypadku masy ziarna w kłosie i MTN wszystkie mieszańce z wyjątkiem mieszańców BOHT 45, BOHT 46 i BOHT 49 wykazują istotny efekt heterozji, który jest skorelowany z dystansem genetycznym, gdyż wartości współczynnika korelacji wynoszą odpowiednio $r = 0,86$ i $r = 0,85$. Wszystkie mieszańce z wyjątkiem mieszańca BOHT 75 wykazują istotny efekt heterozji dla plonu, który nie jest skorelowany z dystansem genetycznym (tab. 4 i 5).

DYSKUSJA

Dotychczasowy stan badań nie przyniósł jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy dystans genetyczny może być podstawą do wnioskowania o efekcie heterozji. Rzeczywiście mało jeszcze wiemy o zjawisku heterozji i mechanizmach heterozji, potrafimy tylko wykorzystać wigor mieszańców F_1 tworząc odmiany heterozyjne. Jest to problem od strony genetycznej mało poznany, aktualny, ważny dla metodologii hodowli roślin. Postęp hodowlany w istocie będzie efektywny poprzez badania genomu jądrowego, plazmonu, i ich współzależności oraz interakcji ze środowiskiem.

Jednocześnie identyfikacja kombinacji rodzicielskich tworzących potomstwo wysoko plonujące jest jednym z najbardziej kosztownych etapów w programie hodowlanym (Riaz i in., 2001). Kombinacje genotypów zapewniających wysokie plonowanie były i są wyznaczone na podstawie krzyżowań testowych oraz oceny ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej. Ponadto w rzepaku (*Brassica napus* var. *oleifera*) polimorfizm określono na podstawie ekspresji fenotypowej niektórych cech jakościowych takimi metodami jak: HPLC (High Performance Liquid Chromatography) wysokociśnieniowa chromatografia gazowa (analiza glukozyzolanów) (Adams i in., 1989), chromatografia gazowa GLC (Gas Liquid Chromatography) (profile kwasów tłuszczowych w oleju) (White i Law, 1991), izoenzymy (elektroforeza białek w żelu skrobiowym) (Mundges i in., 1990). Techniki te wykazały jednak ograniczony stopień polimorfizmu ze względu na zależność od warunków środowiska (Charters i in., 1996), a w przypadku izoenzymów z powodu ograniczonej liczby poznanych enzymów i loci genów kodujących (Sun i in., 1999).

W badaniach wykazano, iż wartość dystansu genetycznego pomiędzy formami rodzicielskimi poszczególnych mieszańców mieści się w zakresie od 80% w przypadku mieszańca BOHT 45 do 95% w przypadku mieszańca BOHT 61. Stwierdzono również, że dla wszystkich analizowanych cech struktury plonu mieszańce przewyższały pod względem tych cech formy rodzicielskie. Badania dowiodły, że dystans genetyczny pomiędzy formami rodzicielskimi nie jest skorelowany z efektem heterozji. Nie wyklucza się, iż brak korelacji może być wynikiem zbyt małej liczby badanych populacji mieszańców.

W ostatnim dziesięcioleciu wielu naukowców podjęło próbę wnioskowania o efekcie heterozji poprzez badanie dystansu genetycznego pomiędzy liniami rodzicielskimi.

Dzięki rozwojowi metod biologii molekularnej umożliwiającym badanie polimorfizmu genotypów na poziomie DNA poszukuje się szybkich metod przewidywania wysokoplennych kombinacji mieszańcowych. Według teorii dotyczących uwarunkowań genetycznych zjawisko heterozji, bujności mieszańców jest wynikiem współdziałania genów dominujących (hipoteza dominacji) albo w obrębie heterozygotycznych loci (hipoteza naddominowania) (Pala, 2002). Z tego względu poszukuje się związku dystansu genetycznego z efektem heterozji wyrażającym się w plonie.

Markery DNA uzyskane metodą RAPD (Random Amplified Polymorphism DNA) znalazły szerokie zastosowanie do badania dystansu genetycznego u wielu gatunków roślin uprawnych. Segregacje markerów RAPD według praw Mendla oraz ich dziedziczenie

obserwowano u takich gatunków jak: jęczmień, soja, lucerna (Williams i in., 1990; Echt i in., 1992; Tinker i in., 1993). W rodzaju *Brassica* markery RAPD są uważane za tak samo efektywne jak markery RFLP (Restriction Fragments Length Polymorphism) do szacowania wewnątrzgatunkowego pokrewieństwa między genotypami (Demke i in., 1992; Thorman i in., 1994; dos Santos i in., 1994).

Broda i wsp. (2002) wykorzystując markery RAPD do analizy zróżnicowania genetycznego linii wsobnych żyta wykazali, że można oczekiwać wyższego efektu heterozji w mieszańcach F_1 , których formy rodzicielskie pochodzą z puli genowej o znacznym dystansie genetycznym. Podobne zależności obserwował Becker i inni (2000), który badał zależności dystansu genetycznego linii wsobnych kukurydzy i efekty heterozji. W badaniach mieszańce kukurydzy Dent $\times$ Dent pochodzące z form rodzicielskich o dużym dystansie genetycznym dały największy efekt heterozji wyrażony plonem ziarna.

Rafalski i wsp. (1998) wykorzystali do oceny podobieństwa genetycznego linii wsobnych kukurydzy dwie metody oparte na łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR). Doświadczenia prowadzono systemem RAPD oraz z zastosowaniem starterów o sekwencjach częściowo komplementarnych do sekwencji styku intron-egzon. Wykazali, że zastosowanie starterów o sekwencjach częściowo komplementarnych do sekwencji styku intron-egzon pozwala na dokładne wyliczenie dystansu genetycznego, nawet między genotypami o dużym stopniu pokrewieństwa.

Stuber i wsp. (1992) przy użyciu markerów molekularnych zidentyfikowali genetyczne czynniki związane z heterozją w mieszańcu utworzonym z dwu linii wsobnych kukurydzy.

Już w latach siedemdziesiątych wielu autorów, w tym Cross (1966) próbowało skorelować oszacowany dystans genetyczny pomiędzy formami rodzicielskimi z efektem heterozji w mieszańcach F_1 .

Na możliwość prognozowania heterozji na podstawie heterogenności loci-markerów, ale tylko dla linii z tej samej grupy pochodzeniowej, wskazali Charcosset i Essioux (1994). Brak związku między plonem mieszańców a heterogennością markerów molekularnych dla niespokrewnionych linii rodzicielskich stwierdził także Godshalk i wsp. (1990).

W swojej pracy Melchinger i wsp. (1999) wykazał, że dane doświadczalne jak i rozważania teoretyczne wskazują, iż podzielenie plazmy zarodkowej na zróżnicowane pule genetyczne jest korzystne dla optymalnego wykorzystania zjawiska heterozji. Stwierdził, że prognozowanie efektu heterozji pomiędzy grupami o genetycznym podobieństwie plazmy zarodkowej nie jest możliwe na podstawie dystansu genetycznego określanego markerami DNA i powinno być określone w doświadczeniach polowych, jednakże markery molekularne w tym markery RAPD są efektywnym narzędziem dla identyfikacji tych grup.

Na podstawie uzyskanych w tej pracy wyników stwierdzono, iż markery molekularne RAPD są nie przydatne w prognozowaniu formuł mieszańców jednakże mogą znaleźć zastosowanie do grupowania linii pod względem pochodzenia oraz linii o niepełnych danych o pochodzeniu.

Linie należące do grup o zróżnicowanym pochodzeniu mogą być użyte do wstępnego prognozowania krzyżowań testowych w aspekcie osiągnięcia efektu heterozji (Broda i in., 2002).

WNIOSKI

1. U wszystkich badanych mieszańców większość cech struktury plonu przyjmowała istotnie wyższe wartości niż średnie tych cech obojga rodziców
2. W pracy wykazano, że dystans genetyczny oparty o analizę polimorfizmu markerów molekularnych nie koreluje z efektem heterozji dla poszczególnych cech struktury plonu, wyjątek stanowi masa ziarna w kłosie i MTZ, które są istotnie skorelowane z dystansem genetycznym.

LITERATURA

- Adams H., Vaughan J. G., Fenwick G. R. 1989. The use of cultivar identification in Sweden, *Brassica napus* L. Var. *Apobrassica* (L.). *Peterm. J. Sci. Food Agric.* 46: 319 — 324.
- Bartkowiak S., Kalinowska A., Radłowski M., Królikowski Z., Adamczyk J. 1997. Wykorzystanie markerów molekularnych do oznaczania podobieństwa genetycznego linii wsobnych kukurydzy z zasobów ZDHAR Smolice, w: *Hodowli Roślin — materiały z I Krajowej Konferencji*. Poznań, 19–20 XI 1997: 409 — 412.
- Becker H. C., Link W. 2000. Heterosis and hybrid breeding. MCC 2000 Mendel Centenary Congress: 319 — 327.
- Broda Z., Gniazdowska A., Mikołajczyk S., Szolkowski A. 2002. Wykorzystanie markerów RAPD do analizy genetycznej różnorodności linii wsobnych żyta (*Secale cereale* L.) i ich doboru do krzyżowań heterozyjnych (F_1). *PTPN* Tom 93: 149 — 157.
- Charcosset A., Essioux L. 1994. The effect of population structure on the relationship between heterosis and heterozygosity at marker loci. *Theor. Appl. Genet.* 89: 336 — 343.
- Charters Y. M., Robertson A., Wilkinson M. J., Ramsay G. 1996. PCR analysis of oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L. Ssp. *Oleifera*) using 5' -anchored simple sequence repeat (SSR) primers. *Theor. Appl. Genet.* 92: 442 — 447.
- Cross C. E. 1966. Heterosis at the hybrid related to gene frequency differences between two populations. *Genetics* 53: 269 — 274.
- Demeke T., Adams R. P., Chibbar R. 1992. Potential taxonomic use of random amplified polymorphic DNA (RAPD): a case study in *Brassica*. *Theor. Appl. Genet.* 84: 990 — 994.
- Echt C. S., Erdahl L. A., Mc Coy T. J. 1992. Genetic segregation of random amplified polymorphic DNA in diploid cultivated alfalfa. *Genome*. 35: 84 — 87.
- Godshalk E. B., Lee M., Lamken K. R. 1990. Relationship of restriction fragment length polymorphisms to single — cross hybrid performance of maize. *Theor. Appl. Genet.* 80: 273 — 280.
- Melchinger A. E. 1999. Genetic diversity and heterosis. In: *The genetics and exploitation of heterosis in crops*. Wisconsin: 99 — 118.
- Mundges H., Kohler W., Friedt W. 1990. Identification of rape seed cultivars (*Brassica napus*) by starch — gel electrophoresis of enzymes. *Euphytica* 45: 179 — 187.
- Nei M., Li W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction end nucleases. *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 79: 5269 — 5273.
- Pala J. 2002. Genetyczne, fizjologiczno-biochemiczne i ekologiczne uwarunkowania plonowania roślin. W: *Fizjologia plonowania roślin*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie 27 — 73.
- Rafalski A., Gidzińska M., Wiśniewska I. 1998. Systemy PCR w badaniach pokrewieństwa genetycznego linii kukurydzy. *Biul. IHAR* 208: 131 — 140.
- Riaz A., Quresh. Z. Swati M. S., Quiros C. F. 2001. Genetic diversity of oilseed *Brassica napus* inbred lines based on sequence — related amplified polymorphism and its relation to hybrid performance. *Plant Breeding* 120: 411 — 415.
- dos Santos J. B., Nienhuis J., Skroch P., Tivang J., Slocum M. K. 1994. Comparison of RAPD and RFLP genetic markers in determining genetic similarity among *Brassica oleracea* L. genotypes. *Theor. Appl. Genet.* 87: 909 — 915.

- Stubber C., Lincoln S. E., Wolff T., Helentjaris T. 1992. Identification of genetic factors contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize inbred lines using molecular markers. *Genetics* 132: 823 — 839.
- Sun G. L., Diaz O., Salomon B., Von Bothmer R. 1999. Genetic diversity in *Elymus caninus* as revealed by isozyme RAPD and microsatellite markers. *Genome* 42: 420 — 431.
- Thompson D., Henry R. 1995. Single step protocol for preparation of plant tissue for analysis by PCR. *Biotechniques*, 19: 394 — 400.
- Thorman C. E., Ferreira M. E., Camargo L. E. A., Tivang J. G., Osborn T. C. 1994. Comparison of RAPD and RFLP markers for estimating genetic relationship within and among cruciferous species. *Theor. Appl. Genet.* 88:973 — 980.
- Tinker N. A., Fortin M. G., Mather D. E. 1993. Random amplified polymorphic DNA and pedigree relationship in spring barley. *Theor. Appl. Genet.* 85: 976 — 984.
- White J., Law J. 1991. Differentiation between varieties of oilseed rape *Brassica napus* L. On the fatty acid composition of the oil. *Plant Var. Seeds* 4: 125 — 132.
- Williams J. G. K., Kubelik A. R., Livak K. J., Rafalski J. A., Tingey S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research* 18: 6531 — 6535.

SŁAWOMIR WRÓBEL**EWA TURSKA**Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Nowe odmiany ziemniaka w produkcji nasiennej

The new potato cultivars in seed production

W latach 2001–2002 oceniano porażenie bulw wirusami nowych odmian ziemniaka, po jednorocznych rozmnożeniach zdrowych sadzeniaków w strefie wysokiej presji infekcyjnej wirusów (południowe rejony kraju). W badaniach brało udział 9 odmian ziemniaka zarejestrowanych w roku 2000 (Molli, Gabi, Rumpel, Satina, Zebra, Pasja, Zeus, Skawa oraz Umiak), które porównywano do odmian z danej grupy wczesności: Drop, Miła oraz Bzura, stanowiących wzorzec dla danego poziomu odporności na wirusy. Przeprowadzone badania potwierdziły wyższą (ocena 9) od przyjętej w czasie rejestracji (ocena 7,5–8) odporność odmian Gabi, Rumpel, Skawa i Umiak na porażenie PVY. Do najtrudniejszych w produkcji nasiennej zaliczono odmiany Zebra i Satina, natomiast do najłatwiejszych, odmianę Skawa. Odmiany Molli, Umiak i Zeus zakwalifikowano do grupy drugiej, w której w zależności od lokalizacji produkcji nasiennej wymagana jest średnio intensywna ochrona przed PVY lub PLRV, natomiast odmiany Gabi, Rumpel i Pasja do grupy trzeciej, gdzie zaleca się intensywną ochronę przed wirusem liściozwoju. Na uwagę zasługuje również odmiana Pasja, która jako jedyna w badanej grupie odmian wykazywała wyraźną reakcję w próbie oczkowej, na porażenie PVS.

Słowa kluczowe: odmiany, PLRV, PVM, PVS, PVY, ziemniak

In the years 2000–2002, tuber infection by viruses was estimated in new registered potato cultivars after 1-year reproduction of healthy seed tubers in the high pressure zone of virus infection (southern Poland). Nine cultivars taken to the experiments: Molli, Gabi, Rumpel, Satina, Zebra, Pasja, Zeus, Skawa and Umiak were compared to the standard cultivars: Drop, Miła and Bzura. The investigations confirmed resistance to PVY infection of the cvs. Gabi, Rumpel, Skawa and Umiak higher (grade 9) than accepted during registration (grade 7.5–8). The qualified cultivars Zebra and Satina were most difficult in potato seed production, while the easiest was the cultivar Skawa. The cultivars Molli, Umiak and Zeus were classified to the second group, which required middle intensive protection against PVY or PLRV, depending on localization of seed production. The cultivars Gabi, Rumpel and Pasja were classified to the third group, where intensive protection against potato leafroll virus is recommended. The cultivar Pasja deserves attention, because of its distinct reaction to the infection by PVS in greenhouse.

Key words: cultivars, potato, PLRV, PVM, PVS, PVY

WSTĘP

Odmiany, a dokładniej ich odporność na wirusy ma bardzo duże znaczenie w nasienictwie ziemniaka (Styszko, 1993). W ostatnich latach asortyment zarejestrowanych odmian ziemniaka zwiększa się w tempie znacznie szybszym niż w latach poprzednich. Odmiany zagraniczne rejestrowane w Polsce pomimo wysokiej oceny odporności polowej na poszczególne wirusy, w szczególności na wirus Y (*Potato virus Y*, PVY) w krajach, z których pochodzą, okazują się w warunkach polskich bardzo podatne (Świeżyński i in., 2001). Nowe odmiany przed ich scharakteryzowaniem i upowszechnieniem w produkcji towarowej są przynajmniej przez rok lub dwa rozmnażane w nasiennictwie. Na ogół firmy nasienne rekomendując nową odmianę, która może być wpisana do rejestru odmian oryginalnych lub została wpisana w danym roku, podkreślają jej walory użytkowe, jak dobrą smakowitość, przydatność dla przetwórstwa, wysoką zawartość skrobi itp. Natomiast rzadko zdarzają się przypadki, aby charakteryzując nowe odmiany podawano informacje szczególnie istotne dla produkcji sadzeniaków tych odmian, w szczególności dla ochrony przed wirusami. Ocena w skali 9-stopniowej (Głuska i Zgórska, 2002) dość precyzyjnie określa odporność odmian na wirusy, pomimo to daje się często zauważyć znaczną różnicę w narastaniu porażenia poszczególnymi wirusami odmian o podobnej odporności w warunkach polowych. Technologia produkcji sadzeniaków powinna być dostosowana do konkretnej odmiany, w zależności od jej odporności na dwa główne wirusy porażające ziemniaki w Polsce — wirus Y (*Potato virus Y*, PVY) oraz wirus liściozwoju (*Potato leafroll virus*, PLRV) oraz wyrazistości reakcji samej rośliny na porażenie wirusami (Turska i Wróbel, 2002). Ma to istotne znaczenie dla prawidłowo wykonanej selekcji negatywnej na plantacji nasiennej. Ideę takiego podziału odmian, ich lokalizacji w warunkach Polski oraz doboru odpowiednich zabiegów ochronnych zaproponowała już wcześniej Turska (2000). Obecne badania są kontynuacją rozpoczętych prac, uwzględniające nowo zarejestrowane odmiany ziemniaka. Wieloletnie obserwacje skłaniają do twierdzenia, że podawana w trakcie rejestracji ocena odporności odmian na 3 główne wirusy Y, liściozwoju i M (*Potato virus M*, PVM) porażające ziemniak w Polsce, nie zawsze znajduje potwierdzenie w momencie, gdy odmiana jest już rozmnażana na większą skalę, w produkcyjnych warunkach nasiennych, a jak wiadomo odporność polowa odmian ogrywa istotną rolę w szerzeniu się wirusów (Hnat i in., 2000). Celem pracy była ocena trudności produkcji nasiennej nowych odmian ziemniaka i zakwalifikowanie ich do jednej z czterech grup obejmujących zalecany system ochrony.

MATERIAŁ I METODY

W roku 2000 wpisano do rejestru 12 nowych odmian ziemniaka, z czego 9 przebadano w warunkach polowych i szklarniowych. Pozostałych odmian (Albatros, Ditta i Fianna) ze względu na brak sadzeniaków, nie oceniano. Corocznie materiał badawczy pochodził z 1-rocznych rozmnożeń zdrowych (kwalifikowanych) sadzeniaków w rejonach południowej Polski (wysoka presja infekcyjna) w dwóch stacjach doświadczalnych COBORU

(Naroczyce — woj. dolnośląskie i Pawłowice — woj. śląskie), skąd na koniec wegetacji pobierano losowo po ok. 160 bulw z dwóch powtórzeń do dalszych badań.

Ocenę porażenia wirusami pobranego materiału prowadzono w Boninie w latach 2001–2002, w okresie luty-kwiecień w szklarni w próbie oczkowej, oraz w polu w okresie wegetacji (czerwiec), wykorzystując do diagnozy test DAS ELISA z użyciem surowic produkcji krajowej dla PVY i PLRV oraz test precypitacji dla diagnozy porażenia wirusami M, X (*Potato virus X*, PVX) i S (*Potato virus S*, PVS). W warunkach szklarniowych oceniano porażenie poszczególnych odmian ziemniaka wirusami na ok. 100 roślinach z każdej miejscowości. Natomiast dla wizualnej oceny reakcji odmian na porażenie, wysadzano w polu również po ok. 100 bulw każdej z odmian z poszczególnych miejscowości.

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach 2000–2001 zagrożenie wirusami ziemniaka w Polsce było relatywnie niskie (Turska i Wróbel, 2003; Kostiwn i Robak, 2000, 2001), co potwierdzają uzyskane wyniki badań, w szczególności dla PLRV, którego znaczenie w ostatnich latach uległo znacznemu zmniejszeniu, a który w latach 70. ubiegłego wieku miał tak samo duże znaczenie jak obecnie PVY (Kostiwn, 2004). W badanych odmianach nie stwierdzono porażenia ocenianych prób wirusem X. Może on jednak występować sporadycznie w niektórych odmianach zagranicznych. Wykryty w roku 2001 między innymi w odmianie Cyclon, Fianna i Karlana (bad. niepublikowane) sugeruje potrzebę zwrócenia uwagi na ten wirus w materiałach nasiennych odmian zagranicznych. W wypadku PVS, jedynie odmiana Pasja, która uległa porażeniu w ponad 40% w obu miejscowościach, wykazywała dość wyraźną reakcję na ten wirus (mozaiki i rozjaśnienie nerwów liści). Objawy były widoczne i nasilały się w miarę starzenia się roślin w warunkach szklarniowych, natomiast w polu objawów nie było widać. U pozostałych odmian porażenie PVS było znacznie niższe, a wirus ten nie wykazywał objawów chorobowych na roślinach (tab. 1). Występowanie tego wirusa nie jest objęte urzędową kontrolą zdrowotności materiałów nasiennych i dlatego nie uwzględniono go w ogólnej ocenie odmian ziemniaka w aspekcie produkcji nasiennej, gdyż jego obecność lub brak nie odgrywa roli w wyborze i zaleceniach technologii produkcji.

Ocena skali trudności występujących w nasiennictwie nowych odmian w warunkach małego zagrożenia pozwala jednocześnie wskazywać na te przypadki porażenia, których według wstępnej oceny odporności nie należałoby oczekiwać. W świetle uzyskanych wyników (tab. 1) poza odmianami Zebra i Satina, podatnymi na PVY (ocena 5), znacznemu porażeniu uległa odmiana Molli (ocena 7), która może sprawiać znaczne problemy w praktyce. Wśród odmian trudnych w reprodukcji nasiennej nie powinno być większych problemów z prawidłowym wykonaniem selekcji negatywnej na plantacjach odmiany Zebra, która wyraźnie reaguje na porażenie PVY. Natomiast w wypadku odmiany Satina objawy porażenia tym wirusem mogą się pojawić na znacznej części roślin w późniejszym okresie wegetacji, co będzie wymagało przeprowadzenia szczegółowej selekcji negatywnej również w tym czasie. W odniesieniu do PVY brakiem porażenia wyróżniły się odmiany

wstępnie ocenione w czasie rejestracji na 8 (Pasja i Rumpel) oraz odmiana Gabi, która mimo niższej oceny wstępnej (ocena 7,5), nie ulegała porażeniu powyższym wirusem. Odporność powyższych odmian na porażenie PVY została po dodatkowych szczepieniach podniesiona do oceny 9 (Głuska i Zgórska, 2002).

Tabela 1

Porażenie badanych odmian ziemniaka wirusami PVY, PVM i PLRV (średnie z lat 2000–2001)
Infection of the tested potato cultivars with PVY, PVM and PLRV (average for 2000–2001)

Odmiana Cultivar Grupa wczesności Group of maturity	Rok rejestr. Year of registr.	Odporność w skali 1-9 na: Resistance in the 1-9 scale			Porażenie (%) Infection (%) in the locations:											
					Naroczyce						Pawłowice					
		PVY	PLRV	PVM	PVY	PLRV	PVM	PVS	sm ¹	mw ¹	PVY	PLRV	PVM	PVS	sm ¹	mw ¹
Molli	2000	7	7,5	4	3,3	0,0	0,6	42,7	1,6	2,6	2,9	0,5	0,8	40,0	1,5	2,5
Gabi	2000	7,5 ²	6,5	4,5	0,0	0,3	0,8	10,5	1,0	1,0	0,0	0,0	0,7	9,4	0,6	0,0
Drop	1991	6,5	5	5	2,5	0,0	0,0	12,8	1,5	2,4	0,5	0,0	1,0	4,0	0,5	1,0
Rumpel	2000	8 ²	6,5	3,5	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,3	0,5	0,0	0,5
Satina	2000	5	7,5	4	2,6	0,0	1,8	6,8	4,9	3,5	8,2	0,0	1,4	15,7	10,9	4,0
Zebra	2000	5	5	4	6,4	0,0	0,0	21,2	2,5	6,5	14,6	7,9	7,1	7,6	4,0	13,1
Mila	1980	5,5	7	5	10,2	0,0	1,1	18,0	3,9	12,1	10,9	0,3	0,5	13,6	4,3	24,9
Pasja	2000	8	7,5	2	0,3	1,7	15,9	46,7	10,0	31,4	0,0	0,0	4,4	41,3	8,0	24,4
Zeus	2000	7,5 ³	5	3	0,3	1,7	8,6	7,2	6,4	3,4	2,0	3,8	6,7	3,0	2,5	6,4
Skawa	2000	8 ²	7,5	3	0,0	0,0	2,1	12,0	4,0	5,1	0,0	0,0	0,3	10,5	0,5	1,9
Umiak	2000	8 ²	7,5	5	0,0	0,0	11,8	4,4	7,2	5,9	0,0	0,0	11,7	0,5	6,0	3,0
Bzura	1986	9	5	3,5	0,0	1,5	9,8	37,6	5,1	2,0	0,0	0,8	7,9	27,1	6,3	4,3

¹ Objawy wizualne na roślinach w szklarni:

¹ Visual symptoms on plants in greenhouse:

sm — słabe mozaiki, mw — mozaiki wyraźne / sm — light mosaics, mw — clear mosaics

² Podniesiono na 9 po szczepieniach; ² The score risen to 9 after inoculation

³ Obniżono na 7; ³ Dropped to 7

Pogrubiono — odmiany przyjęte za wzorce; Bold — standard cultivars

W odniesieniu do PVM na uwagę zasługuje odmiana Umiak, która pomimo wstępnej średniej oceny odporności (ocena 5) uległa znacznemu porażeniu tym wirusem w poszczególnych miejscowościach, wykazując przy tym dość wyraźne objawy chorobowe zarówno w warunkach szklarniowych, jak i polowych, co pozwoli w praktyce na dokładne wykonanie selekcji negatywnej. Natomiast odmiana Skawa pomimo oceny 3, ulegała znacznie niższemu porażeniu niż odmiana Zeus charakteryzująca się taką samą oceną odporności na ten wirus oraz odmiana wzorcowa Bzura o nieco wyższej odporności (ocena 3,5). Przy czym wykazywała ona również objawy chorobowe w postaci wyraźnych mozaik na liściach.

Szerzenie się wirusa liściozwoju w latach badań było słabe, pomimo tego odmiany o niskiej odporności: Zeus i Zebra (ocena 5) ulegały znacznemu porażeniu niż odmiany wzorcowe o podobnej odporności. Nie można tego faktu pomijać, ponieważ przy niekorzystnym układzie warunków (występowanie większej liczby źródeł wirusa w sąsiedztwie rozmnażanego materiału, większej presji wektorów), odmiany te mogą ulec znacznemu porażeniu PLRV. Na uwagę zasługuje również odmiana Pasja, u której mogą występować charakterystyczne objawy porażenia wirusem liściozwoju (zwijanie liści

i charakterystyczny pokrój rośliny), przy czym mają one podłoże fizjologiczne, gdyż odmiana ta nie ulega infekcji tym wirusem.

Pomimo niskiego zagrożenia wirusami, odmiany które uległy nawet niewielkiemu porażeniu przez wirusy przenoszone przez mszyce w sposób nietrwały, w szczególności PVY i PVM można ocenić jako trudne w nasiennictwie, ponieważ nawet w optymalnych warunkach ich uprawy będą sprawiały trudności z utrzymaniem odpowiedniej zdrowotności stwarzając duże ryzyko dyskwalifikacji bądź degradacji materiału sadzeniakowego. Nawiązując do proponowanego przez Turską (2000), a następnie Turską i Wróbla (2002) systemu ochrony dla poszczególnych odmian ziemniaka, ze względu na odporność na PVY i PLRV, zakwalifikowano oceniane odmiany do poszczególnych grup (tab. 2).

Tabela 2

Systemy ochrony plantacji nasiennych ziemniaka dla poszczególnych odmian
Protection systems of seed potato plantations for individual cultivars

Grupa Group	System ochrony Protection system	Odmiany Cultivars
I	lokalizacja plantacji tylko w rejonach Polski północnej (strefa 1) seed plantations located only in northern Poland	
	selekcja negatywna — negative selection	
	systematyczne stosowanie oleju mineralnego co 7 dni regular application of mineral oil every 7 days	Zebra
	bez zabiegów zwalczania mszyc, z wyjątkiem odmian z oceną 4 na PLRV without spraying against aphids, except for infections with PLRV scored as 4	Satina
	wczesne niszczenie naci — early destruction of haulm	
II	lokalizacja plantacji tylko w rejonach Polski północnej i północno-wschodniej (strefy 1-2) seed plantations located only in northern and north-eastern Poland	
	selekcja negatywna — negative selection	
	stosowanie oleju mineralnego w rejonach Polski północnej (strefa 1) application of mineral oil in northern Poland	Molli
	fakultatywne zwalczanie mszyc (do 3 zabiegów) w rejonach wyższego zagrożenia — Polska północno-wschodnia (strefa 2) optimal aphid control (up to 3 sprays) in the regions of higher risk of infection — north-eastern Poland	Umiak
	wczesne niszczenie naci — early destruction of haulm	Zeus
III	lokalizacja w rejonach Polski północnej i północno-wschodniej oraz Polski centralnej (strefy 1–3) seed plantations located in the northern, north-eastern and central regions of Poland	
	selekcja negatywna — negative selection	Gabi
	systematyczne zwalczanie mszyc od 3 (odmiany wczesne) do 5 zabiegów (odmiany późne) regular aphid control (3–5 sprays, depending on earliness)	Rumpel
	wczesne niszczenie naci — early destruction of haulm	Pasja
IV	lokalizacja plantacji nawet w rejonach wyższego zagrożenia (strefy 1–4) location of seed plantations unrestricted	
	selekcja negatywna — negative selection	
	zwalczanie mszyc jedynie w latach dużego zagrożenia aphid control only in the years of high risk	Skawa
	wczesne niszczenie naci — early destruction of haulm	

Odmianę Umiak pomimo wysokiej odporności na PVY i PLRV zakwalifikowano wstępnie do drugiej grupy ze względu na znaczne porażenie PVM, co może okazać się zasadniczym problemem w produkcji nasiennej tej odmiany. Zaleca się również w przypadku tej odmiany stosowanie oleju mineralnego, pomimo wysokiej odporności na PVY.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania potwierdziły wyższą (ocena 9) od przyjętej w czasie rejestracji (ocena 7,5–8) odporność odmian Gabi, Rumpel, Skawa i Umiak na porażenie PVY.
2. Do najtrudniejszych w produkcji nasiennej zaliczono odmiany Zebra i Satina, które wymagają zwrócenia największej uwagi na odpowiedni dobór systemu ochrony. Natomiast odmiana Skawa wydaje się być najłatwiejszą z ocenianych odmian w aspekcie produkcji nasiennej, ze względu na bardzo wysoką odporność na wirus Y.
3. Odmiany Molli, Umiak i Zeus zakwalifikowano do grupy drugiej, w której w zależności od lokalizacji produkcji nasiennej wymagana jest średnio intensywna ochrona przed PVY lub PLRV, natomiast odmiany Gabi, Rumpel i Pasja do grupy trzeciej, gdzie wymagana jest intensywna ochrona przed wirusem liściozwoju.

LITERATURA

- Głuska A., Zgórska K. 2002. Charakterystyka zarejestrowanych odmian ziemniaka. Wydanie VII. IHAR O/Jadwisin: 17 — 21.
- Hnat A., Turska E., Kaczmarek U., Mosakowska E. 2000. Problem szerzenia się szczepów wirusa Y ziemniaka (PVY) w produkcji nasiennej ziemniaka w Polsce. *Hod. Rośl. Nasien.* 1: 35 — 40.
- Kostiw M. 2004. Porażenie bulw ziemniaka wirusami Y, M, S i liściozwoju w latach 1989-2000. *Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg 4–5.03.2004.* ZNiOZ Bonin: 56 — 59.
- Kostiw M., Robak B. 2000. Presja wektorów wirusów Y i liściozwoju w sezonie wegetacyjnym 2000 r. oraz jej wpływ na porażenie tymi wirusami. *Ziemniak Polski* 3: 29 — 32.
- Kostiw M., Robak B. 2001. Ogólna ocena zagrożenia plantacji nasiennych ziemniaka przez wirusy Y i liściozwoju w 2001 roku. *Ziemniak Polski* 3: 2 — 7.
- Styszko L. 1993. Znaczenie odmian w nasiennictwie ziemniaka. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław* 223, *Rolnictwo LVIII*: 355 — 359.
- Świeżyński K. M., Chrzanowska M., Domański L., Zimnoch-Guzowska E. 2001. Comparison of resistance evaluation in potato variety assessment. *Potato Research* 44: 25 — 31.
- Turska E. 2000. Nowe odmiany w produkcji nasiennej. *Ziemniak Polski* 2: 4 — 10.
- Turska E., Wróbel S. 2002. Ochrona plantacji nasiennych ziemniaka — dobór systemu dla różnych odmian. *Progress in Plant Protection* 42 (2): 685 — 688.
- Turska E., Wróbel S. 2003. Wpływ nawożenia azotem na porażenie wirusami nowych odmian ziemniaka. *Progress in Plant Protection* 43 (2): 986 — 989.

JACEK CHOTKOWSKI**TOMASZ PILECKI**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie

Próba opracowania metody syntetycznej oceny odmian ziemniaka jadalnego

An attempt at elaboration of a synthetic method for evaluation

W pracy zaprezentowano próbę opracowania systemu oceny odmian ziemniaka. Może być on wykorzystany w procesie doboru odmian do uprawy. Proponowany syntetyczny wskaźnik waloryzacji odmian jadalnych uwzględnia łącznie 20 cech ujętych w trzech grupach: morfologia (wygląd) bulw, jakość kulinarna, czynniki technologiczne ułatwiające produkcję. W warunkach rosnącej konkurencji na rynku najważniejsze znaczenie będą miały istotne dla odbiorcy (konsumenta) cechy jakościowe. Opracowany ranking wskazuje, że odmiany jadalne wyhodowane w Polsce pod względem ocenianych cech są porównywalne z odmianami zagranicznymi.

Słowa kluczowe: dobór do uprawy, jakość, odmiana, ziemniak

An attempt to create the system of estimation of potato varieties is presented. It can be used in the process of selection of varieties for cultivation. The suggested synthetic index of valorization of table potato varieties includes 20 factors divided into 3 groups: morphology, cooking quality of tubers, technological factors that make the production easier. The most important for a purchaser (consumer) will be the quality, due to the growing competitiveness on the market. The created ranking indicates that table potato varieties cultivated in Poland are comparative to foreign varieties, as far as the estimated factors are concerned.

Key words: selection for cultivation, quality, variety, potato

WSTĘP

W ostatnich latach obserwujemy proces zmian cech stanowiących zasadnicze kryteria doboru odmian roślin uprawnych do produkcji. Miejsce istotnych dla producenta cech jak potencjał plonotwórczy i odporność na choroby zajmują kryteria jakościowe zbioru oraz przydatność użytkowa i technologiczna oceniana z punktu widzenia odbiorcy i konsumenta. Przykładowo odmiany pszenicy podzielono na pięć grup o różnej wartości technologicznej, a więc przydatności dla przemysłu młynarsko-piekarskiego (Podolska, 2005). Jak wynika z przeprowadzonych na przykładzie odmian ziemniaków jadalnych badań, wysoka plenność i odporność na choroby, w tym choroby wirusowe, jest

uzupełniana przez cechy jakości bulw: dobry smak i walory kulinarne oraz płytkie oczka i ładny wygląd bulw (Chotkowski, 2003). W grupie skrobiowych odmian ziemniaka podstawowym kryterium doboru jest plon skrobi z 1 ha uprawy, a kryterium uzupełniającym procentowa zawartość skrobi w bulwach (Chotkowski i in., 2002).

Celem pracy była próba skonstruowania systemu oceny odmian ziemniaka uwzględniającego aktualne wymagania rynku. Skoncentrowano się głównie na ocenie ziemniaków jadalnych. Wobec dużej liczby zarejestrowanych w Polsce odmian (126 w 2005 roku), oparty na obiektywnych kryteriach system ich oceny powinien stanowić istotny czynnik ułatwiający dobór odmian do produkcji. Proponowana metoda, poprzez wypracowanie syntetycznego spojrzenia na daną odmianę ma za zadanie pomóc uczestnikom rynku we wstępnej ocenie szans rynkowych odmian ziemniaka. Oprócz producentów, proponowany system oceny odmian może być pomocny również dla firm hodowlanych i nasiennych w selekcji odmian wiodących w polityce nasiennej.

METODYKA BADAŃ

Zastosowana w pracy metoda badawcza polega na wyodrębnieniu kryteriów, które powinny być wykorzystane w procesie doboru odmian. Poszczególne wpisane w 2004 r. do polskiego Krajowego Rejestru odmiany ziemniaka zostały umieszczone w wyodrębnionym graficznie obszarze (wykresie) składającym się z dwóch najważniejszych kryteriów oceny. Powstała w ten sposób tzw. mapa pozycji rynkowej poszczególnych odmian. Zaadaptowano tutaj stosowane w naukach zarządzania i marketingu metody analizy portfelowej (Kotler, 1994).

Jakość odmian jadalnych oceniano na podstawie dwóch wskaźników. Pierwszy dotyczył oceny morfologii (wyglądu) bulw, a drugi jakości kulinarnej odmian. Powyższe dwie cechy, oprócz uwzględniających lokalne preferencje grup konsumentów (barwa miąższu, typ kulinarny), decydują o jakości handlowej bulw ziemniaka. Suma wymienionych na początku dwóch ocen tworzyła wskaźnik jakości ogólnej. Skonstruowany punktowy wskaźnik waloryzacji odmian jadalnych uwzględniał ponadto najważniejsze cechy technologiczne, ułatwiające produkcję ziemniaków oraz zmniejszenie kosztów wytworzenia jednostki produktu. Ta ostatnia grupa cech jest istotna z punktu widzenia producenta a nie konsumenta. Uzasadnienie wykorzystania jej w konstrukcji wskaźnika pomocnego w doborze odmian do produkcji wynika z faktu funkcjonowania rynku ziemniaków w strukturze konkurencyjnej zbliżonej do konkurencji doskonałej (Heijman i in., 1997). Duża liczba dostawców jednorodnego produktu powoduje, że ceny na takim rynku spadają do poziomu średnich kosztów produkcji. Opłacalność uzyskują więc głównie producenci uprawiający odmiany o wysokim potencjale plonowania oraz cechach technologicznych pozwalających zmniejszyć koszty produkcji.

Kluczowym elementem systemu oceny odmian jest dobór właściwych, warunkowanych przez genotyp czynników (Nowacki i in., 2000). W konstruowaniu syntetycznego wskaźnika waloryzacji odmian jadalnych uwzględniono nie tylko cechy biologiczne i technologiczne, ale również rynkowe. Wykorzystano tutaj następujące cechy:

A. Ocena jakości ogólnej

1. Ocena morfologii bulw (wyglądu):

- regularność kształtu bulw — ocena 7,0–7,4 — 0,5 pkt, ocena 7,5–8,0 — 1 pkt
- głębokość oczek — ocena 7,0–7,4 — 0,5 pkt, ocena 7,5–8,0 — 1 pkt
- gładkość skórki — skórka średnio gładka — 0,5 pkt, gładka — 1 pkt
- wielkość bulw — ocena 8 — 0,5 pkt, ocena 9 — 1 pkt
- odporność na parcha zwykłego — ocena 6,0–6,5 — 0,5 pkt, ocena 7,0 — 1 pkt

2. Ocena jakości kulinarnej:

- smak — ocena 7,0–7,4 — 0,5 pkt, ocena 7,5–8,0 — 1 pkt
- ciemnienie mięszu surowego — ocena 8,0–8,4 — 0,5 pkt, ocena 8,5–9,0 — 1 pkt
- ciemnienie mięszu gotowanego — ocena jak wyżej
- przydatność do przerobu na frytki — 1 pkt
- przydatność do przerobu na chipsy, susze spożywcze, sałatki i konserwy, placki
- pyzy — po 0,5 pkt na każdy rodzaj przetworu
- skłonność do wad mięszu (rdzawa plamistość i pustowatość) — ocena 4 na obie wady lub ocena 5 na jedną i ocena 3 na drugą wadę — 0,5 pkt, ocena co najmniej 4 na jedną wadę i ocena 5 na drugą wadę

B. Cechy technologiczne ułatwiające produkcję

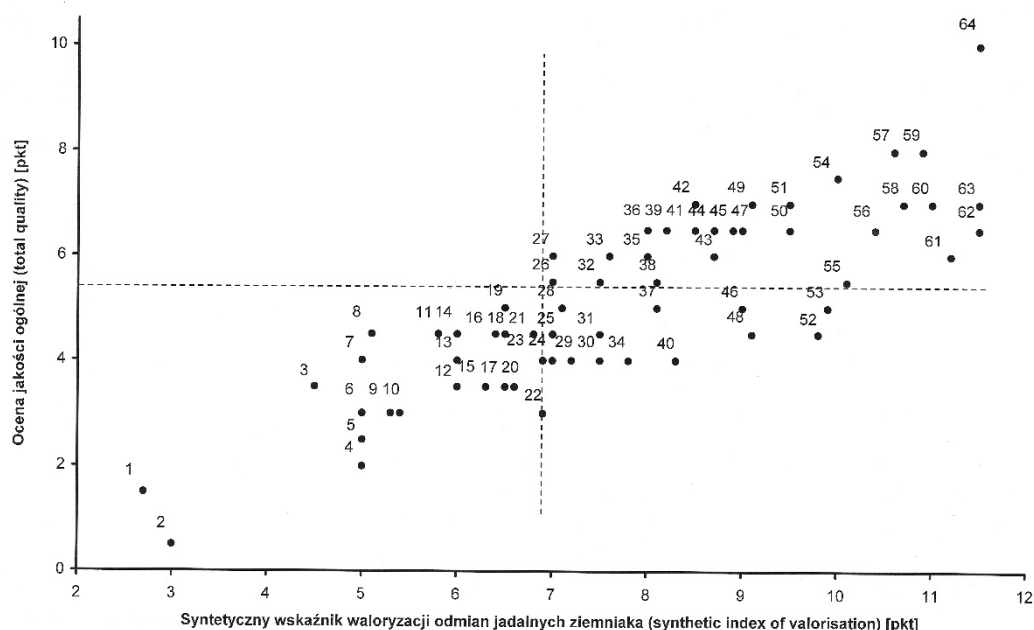
- wysoki plon handlowy — za każdą tonę plonu handlowego powyżej 40 t/ha — 0,1 pkt
- krótki okres wegetacji — wczesne i średnio wczesne — 0,5 pkt, bardzo wczesne — 1 pkt
- łatwość reprodukcji nasiennej — dość łatwa — 0,5 pkt, łatwa — 1 pkt
- dostępność sadzeniaków na rynku — udział w rynku nasiennym — 1,0–2,0% — 0,5 pkt, powyżej 2,0% — 1 pkt
- odporność na uszkodzenia mechaniczne — ocena 6,0 — 0,5 pkt, ocena 7,0 i powyżej — 1 pkt
- odporność na wirus Y i wirus liściozwoju — ocena 6 na jeden wirus i ocena 7 na drugi — 0,5 pkt, 7 i powyżej na oba wirusy — 1 pkt
- odporność liści na zarazę ziemniaka — ocena 5 — 0,5 pkt, ocena 5,5–6,0 — 1 pkt
- odporność na czarną nóżkę — ocena 6,0 — 6,5 — 0,5 pkt, ocena 7,0 i powyżej — 1 pkt
- odporność na mątwika — 0,5 pkt

Jako kryteria doboru odmian skrobiowych uwzględniono plon skrobi z jednostki powierzchni uprawy oraz zawartość skrobi w bulwach.

W analizie posłużono się danymi dotyczącymi charakterystyki odmian według wyników doświadczeń odmianowych COBORU (Kamasa, 2004)) oraz badań IHAR (Charakterystyka..., 2004).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wynikiem przeprowadzonej w pracy waloryzacji odmian jadalnych było opracowanie rankingu zarejestrowanych w Polsce odmian (rys. 1).



1 Tara	21 Ibis	41 Augusta; Bila; Pirel	61 Bartek
2 Perkoz	22 Beata	42 Clarissa	62 Denar
3 Cykada	23 Tokaj	43 Folva; Triada	63 Baszta
4 Albina	24 Karlana	44 Innovator	64 Delikat
5 Ruta; Salto	25 Arkadia; Rosalind	45 Krasa	
6 Kolia	26 Drop; Felka Bona	46 Mors	
7 Amora; Wigry	27 Fianna; Lady Claire	47 Orlik; Ramos; Redstar	
8 Balbina	28 Raja	48 Sante	
9 Zeus	29 Wawrzyn	49 Victoria	
10 Cekin	30 Gracja	50 Danusia	
11 Lady Florina	31 Romula	51 Cycloon	
12 Oda	32 Timate	52 Vineta	
13 Wolfram	33 Zebra	53 Lord	
14 Fresco	34 Maryna	54 Velox	
15 Bondville	35 Ditta	55 Bard	
16 Latona	36 Gloria; Nora	56 Asterix; Korona	
17 Aksamitka; Irga; Karatop	37 Molli	57 Satina	
18 Wiking	38 Syrena	58 Vitara; Żagiel	
19 Bryza; Irys; Kuklik	39 Andromeda	59 Impala	
20 Czapla	40 Tajfun; Ursus	60 Aster	

Rys. 1. Ranking (tzw. mapa pozycji) jadalnych odmian ziemniaka pod względem syntetycznego wskaźnika waloryzacji i jakości ogólnej

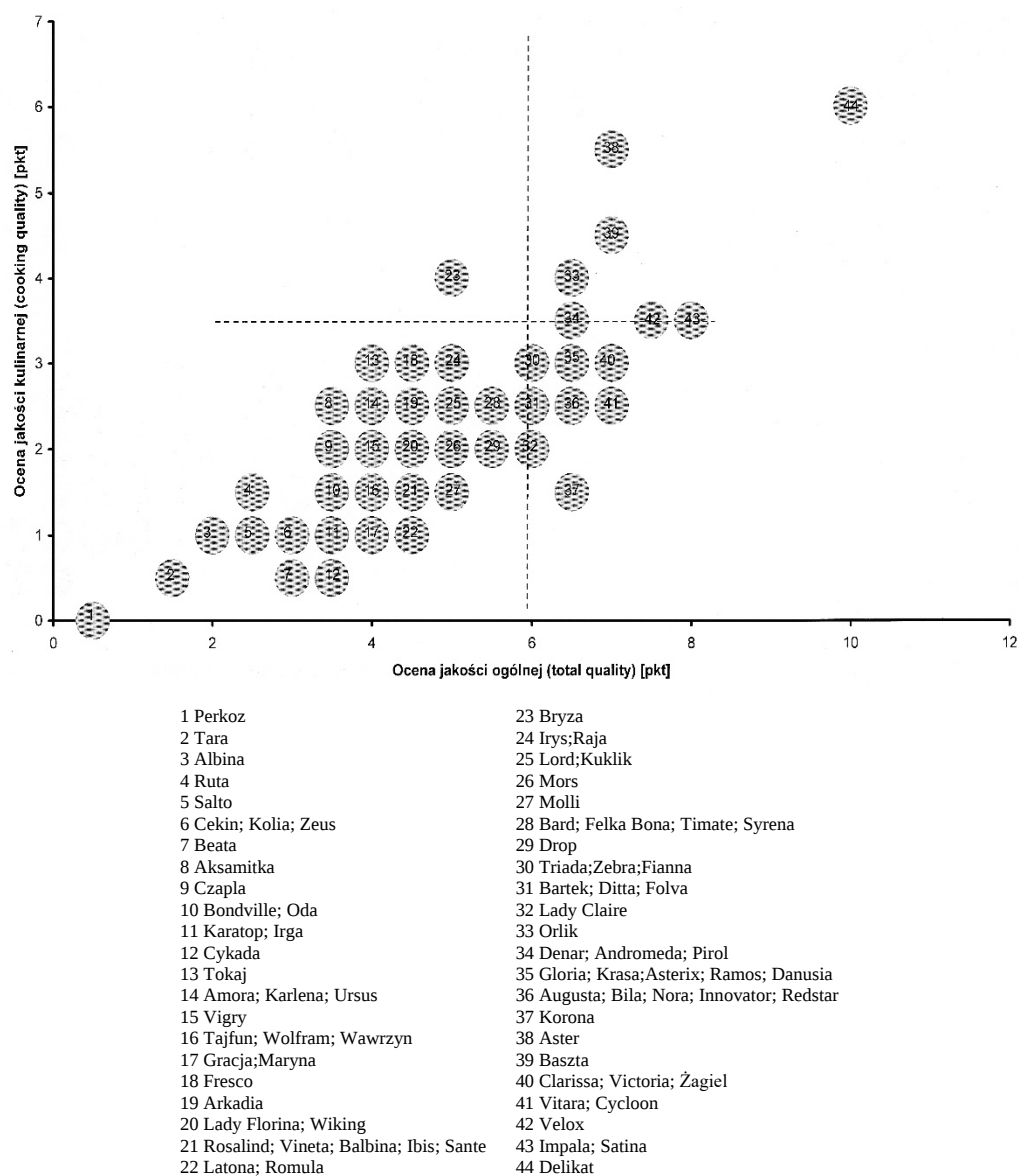
Fig. 1. Ranking (the map of positions) of table potato varieties — total quality and synthetic index of valorization

Biorąc pod uwagę wyszacowaną wielkość tzw. syntetycznego wskaźnika waloryzacji odmian jadalnych, najwyższe oceny posiadają kolejno odmiany polskie: Baszta, Denar, Bartek, Aster, Korona, Żagiel, Bard, Lord. Z odmian holenderskich najwyższe oceny uzyskały: Impala, Asterix, Sante, Cycloon, Victoria, natomiast z odmian niemieckich: Delikat, Vitara, Satina, Velox, Vineta. Wśród 36 odmian jadalnych o najwyższej ocenie

punktowej (powyżej 8,0 pkt) jest 18 odmian polskich, natomiast pozostałych 18 to odmiany niemieckie i holenderskie. Najwyższe oceny pod względem cech morfologicznych bulw uzyskały odmiany: Korona, Cycloon, Impala, Satina, Vitara. Z kolei pod względem cech składających się na jakość kulinarną w opracowanym rankingu przodują: Delikat, Aster, Baszta, Orlik. Odpowiednio najwyższe oceny za cechy technologiczne, ułatwiające produkcję, uzyskały odmiany: Vineta, Bartek, Denar, Lord, Bard, Sante, Baszta. Udział trzech grup cech uwzględnionych w analizie jest zróżnicowany u poszczególnych odmian. W ogólnej wielkości wyszacowanego wskaźnika waloryzacji odmian niespełna dwie trzecie stanowią cechy jakości, a jedną trzecią cechy technologiczne ułatwiające produkcję. Biorąc pod uwagę, że wśród kryteriów doboru odmian do produkcji priorytet powinny mieć cechy istotne dla nabywców (konsumentów), powyższa proporcja cech tworzących ten wskaźnik wydaje się prawidłowa. Jak wynika z rysunku 1 jakość odmian jest skorelowana z poziomem syntetycznego wskaźnika waloryzacji. Wyższy niż przeciętny udział cech produkcyjnych w stosunku do cech jakości posiadają w szczególności odmiany: Vineta, Sante, Tajfun. Wydaje się, że odpowiednio duży udział cech jakościowych należy uwzględnić również w tworzonego systemie ocen odmian ziemniaka w ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (Gacek, 2003). Odmiany dominujące pod względem powierzchni uprawy ziemniaków towarowych w Polsce: Bryza, Irga (Chotkowski, Wróbel, 2001) charakteryzują się niższym poziomem ocenianych cech. Jednak ze względu na dużą ich popularność na rynku oraz przyzwyczajenie konsumentów, proces wycofywania tych odmian z rynku nie będzie przebiegał zbyt szybko.

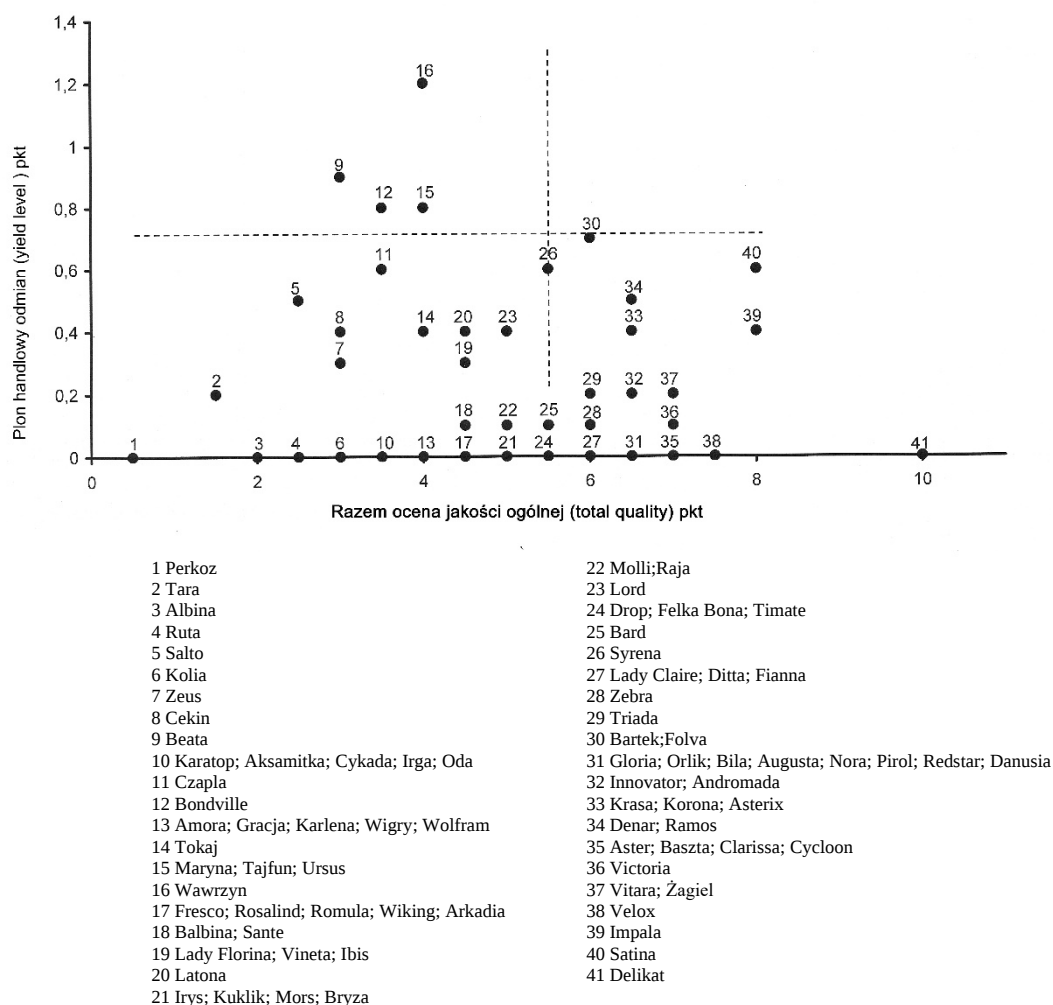
Większość czołowych miejsc w opracowanym rankingu przypadła odmianom o najkrótszym okresie wegetacji. Kolejność uzyskanych miejsc w rankingu opartym na sumowaniu wartości cech odmian w znacznym stopniu pokrywa się z opiniami badanych przedsiębiorstw nasiennych (Chotkowski, 2003). Wśród czynników przewagi konkurencyjnej polskich odmian najczęściej wymienia się przystosowanie do mniej intensywnych warunków produkcji oraz odporność na patogeny (Podlaski, 1999). Wyniki analiz wskazują, że również pod względem cech jakościowych odmiany polskie są porównywalne z zagranicznymi. Świadczy to o znaczącym postępie, jaki osiągnęła hodowla polska w ostatnich 5–10 latach, w zakresie cech jakości odmian ziemniaka istotnych z punktu widzenia wymagań rynku (Świeżyński, Domański, 1997).

Biorąc pod uwagę kluczową rolę jakości wśród czynników doboru odmian, na rysunku 2 zaprezentowano mapę pozycji poszczególnych odmian jadalnych, pod względem jakości ogólnej i jakości kulinarnej. Zestawienie to ilustruje, które odmiany posiadają przewagę cech jakości kulinarnej nad cechami morfologii bulw. Z kolei rysunek 3 prezentuje w sposób graficzny korelację między poziomem wskaźnika jakości ogólnej a plonowaniem porównywanych odmian ziemniaka. Najwyższy plon handlowy w doświadczeniach COBORU dotyczył kolejno następujących odmian: Wawrzyn, Beata, Maryna, Tajfun, Ursus, Bondeville, Bartek, Folva. Większość tych odmian znajduje się jednak w przedziale o niższej jakości ogólnej.



Rys. 2. Ranking (mapa pozycji) jadalnych odmian ziemniaka pod względem jakości ogólnej i jakości kulinarnej

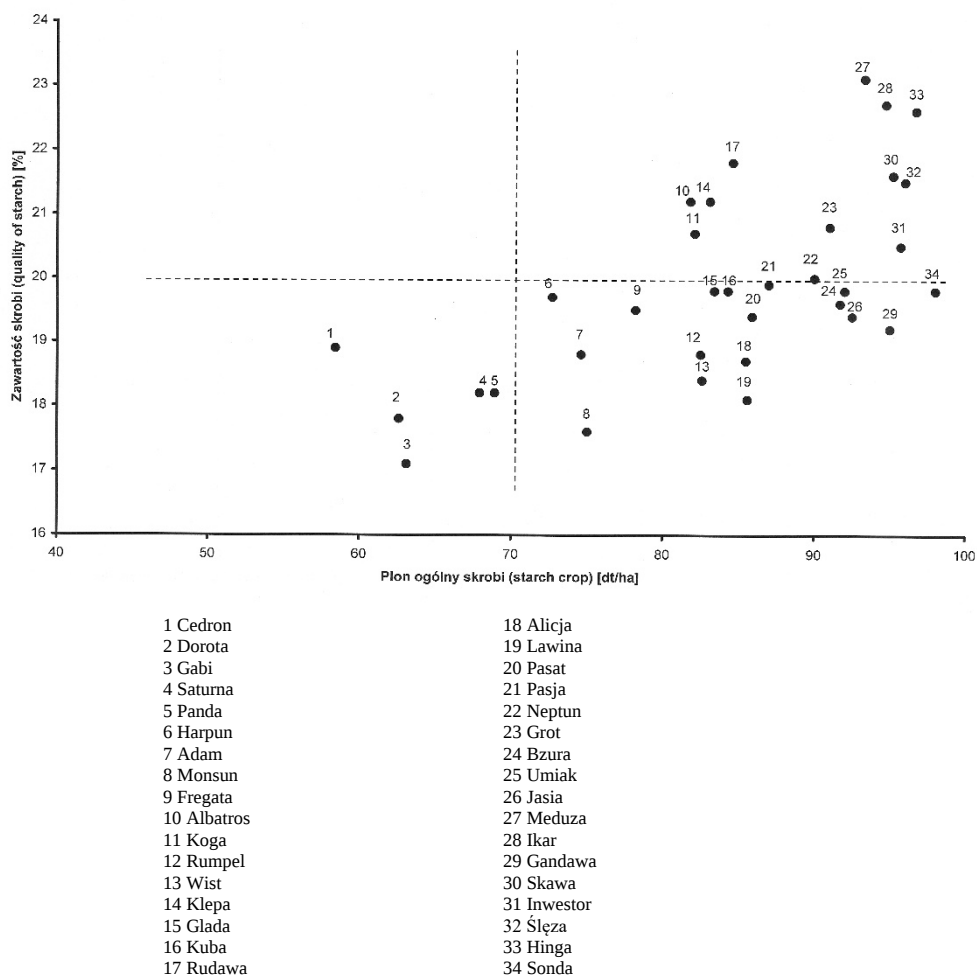
Fig. 2. Ranking (the map of positions) of table potato varieties — total quality and cooking quality



Rys. 3. Ranking (tzw. mapa pozycji) jadalnych odmian ziemniaka pod względem poziomu plonowania i jakości ogólnej

Fig. 3. Ranking (the map of positions) of table potato varieties — yield level and total quality

Próbie graficznej ilustracji rozmieszczenia (tzw. mapa pozycji) odmian skrobiowych pod względem plonu skrobi z 1 ha uprawy oraz skrobiowości bulw przedstawiono na rysunku 4. Wśród odmian o najwyższym plonie skrobi można wyróżnić dwie grupy.



Rys. 4. Ranking (tzw. mapa pozycji) skrobiowych odmian ziemniaka pod względem plonu skrobi i zawartości skrobi

Fig. 4. Ranking (the map of positions) of starch potato varieties — starch yield and quality

Do pierwszej można zaliczyć odmiany, które swoją wysoką pozycję zawdzięczają wysokiemu plonowaniu (Sonda, Gandawa, Jasia, Bzura, Umiak, Neptun). Z kolei do drugiej grupy należą odmiany, których wysoki plon skrobi z 1 ha wynika głównie z bardzo wysokiej (ponad 21%) zawartości skrobi (Hinga, Ślęza, Skawa, Ikar, Meduza). Tę ostatnią grupę odmian można zalecać szczególnie producentom, których gospodarstwa są oddalone od zakładu przetwórczego. W tej sytuacji rośnie znaczenie kosztów transportu.

PODSUMOWANIE

Wykonany szacunek jakości odmian może być pomocny w procesie doboru odmian do uprawy w gospodarstwach. Opracowany syntetyczny wskaźnik waloryzacji odmian jadalnych uwzględnia łącznie 20 cech ujętych w trzech grupach: morfologia (wygląd) bulw, jakość kulinarna, czynniki technologiczne ułatwiające produkcję. W przyszłości, w miarę opracowywania wyników badań dla większości zarejestrowanych odmian, uzasadnione jest uzupełnienie modelu oceny o takie cechy jak: wymagania odmian, stabilność plonowania (Nowacki, 2004). W świetle przeprowadzonych analiz wydaje się, że największą szansę na szerokie upowszechnienie w uprawie mają odmiany posiadające kompleksowy zestaw cech zarówno dobrą jakość handlową, jak i korzystne cechy produkcyjne. W warunkach rosnącej konkurencji na rynku ziemniaka, elementem wyjściowym w ocenie odmian i ich przydatności do uprawy w danym gospodarstwie i rejonie produkcyjnym będą jednak istotne dla odbiorcy (konsumenta) cechy jakościowe. W opracowanym rankingu polskie odmiany jadalne wykazują cechy porównywalne z wpisanymi do naszego Rejestru odmianami niemieckimi i holenderskimi. Polskie odmiany mogą konkurować z zagranicznymi nie tylko pod względem cech odporności na patogeny. Odmiany o największym udziale w produkcji towarowej ziemniaka w kraju jak Bryza i Irga charakteryzują się niższymi wartościami wskaźnika waloryzacji. Świadczy to o istnieniu dodatkowego czynnika o charakterze marketingowym — popularności odmiany na rynku.

LITERATURA

- Charakterystyka zarejestrowanych odmian ziemniaka. 2004. Pr. zbior. pod red. A. Głuskiej i K. Zgórskiej. Wyd. VIII, IHAR Jadwisin: 1 — 32.
- Chotkowski J. 2003. Rynkowe uwarunkowania nasiennictwa ziemniaka. *Post. Nauk Rol.*, 1: 67 — 79.
- Chotkowski J., Wróbel S. 2001. Dobór odmian w nasiennictwie i produkcji ziemniaka w wybranych regionach Polski. *Biuletyn IHAR*, 220: 207 — 214.
- Chotkowski J., Turska E., Borys J. 2002. Kryteria doboru i charakterystyka skrobiowych odmian ziemniaka W: *Ekonomika i technologia produkcji ziemniaków skrobiowych*. Pr. zbior. pod red. J. Chotkowskiego. *Wiś Jutra*, Warszawa: 74 — 84.
- Gacek E. 2003. Zasady wpisu odmian roślin uprawnych do krajowego rejestru i wspólnotowych katalogów w aspekcie akcesji Polski do UE. *Hod. Rośl. i Nasien.* 3: 6 — 9.
- Heijman W., Krzyżanowska Z., Gędek Z., Kowalski Z. 1997. *Ekonomika rolnictwa. Zarys teorii*. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa.
- Kamasa J. 2004. *Ziemniak W: Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze, Cz. II Okopowe, Strączkowe*. COBORU Słupia Wielka: 21 — 42.
- Kotler P. 1994. *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*. Gebethner i S-ka, Warszawa.
- Nowacki W. 2004. Koncepcja systemu rekomendacji odmian ziemniaka jadalnego w oparciu o ich wartość użytkową i agrotechniczną W: *Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej*. VIII Konf. Nauk IUNG, 31.05-01.06.2004, IUNG, Puławy: 67 — 68.
- Nowacki W., Głuska A., Gruczek T., Lis B., Lutomska B., Roztropowicz S., Zarzyńska K. 2000. Uprawa ziemniaka a wartość konsumpcyjna i technologiczna bulw (W:) *Ziemniak spożywczy i przemysłowy i jego przetwarzanie*. Konf. Nauk. Polanica Zdrój, 08-11.05.2000, AR Wrocław, 23 — 32.
- Podlaski S. 1999. Możliwości konkurowania krajowych i zagranicznych odmian na naszym rynku. *Hod. Rośl. i Nasien.* 3: 4 — 10.

- Podolska G. 2005. Pszenica ozima (W:) Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Pr. zbior. pod red. J. Chotkowskiego. Wieś Jutra, Warszawa: 99 — 115.
- Świeżyński K. M., Domański L. 1997. Porównanie odmian ziemniaka Polski, Niemiec i Holandii pod względem wczesności i jakości bulw. Biul. Inst. Ziemn., 48/II: 37 — 52.

JANUSZ URBANOWICZ¹**SŁAWOMIR WRÓBEL**²¹ Pracownia Ochrony Ziemniaka² Pracownia Nasiennictwa ZiemniakaZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
w Radzikowie

Reakcja roślin ziemniaka odmiany Mila na wybrane adiuwanty stosowane w ochronie plantacji nasiennych Komunikat

Response of potato plants of the cultivar Mila to some adjuvants used in seed crop protection Short communication

W roku 2004 w doświadczeniu szklarniowym oceniano wpływ 3 adiuwantów: Dedal 90 EC, Olejan 85 EC i Superam 10 AL, na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka. Wzorzec stanowił olej mineralny Sunspray 850 EC. Celem badań było poznanie możliwości wykorzystania adiuwantów, opartych na olejach roślinnych w ochronie plantacji nasiennych ziemniaka przeciwko infekcjom wirusowym. Pierwszy etap badań obejmował ocenę ich wpływu na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka. W okresie VI–IX wykonano 10 zabiegów nalistnych, w odstępach 7-dniowych, mieszaniną oleju z wodą w stężeniach: 1%, 3% i 5%. Ocenę wpływu badanych adiuwantów na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka wykonywano 3 dni po każdym zabiegu. Nie stwierdzono fitotoksycznej reakcji po zastosowaniu stężenia 1%. Wraz ze wzrostem stężenia obserwowano również wzrost fitotoksycznej reakcji. Stwierdzono istotnie niższe plony bulw, średnio około 25-45% w zależności od zastosowanego adiuwantu.

Słowa kluczowe: adiuwant, fitotoksyczność, olej mineralny, olej roślinny, ziemniak

Our research goal is to determine whether plant oil-based adjuvants alone could be used for seed potato crop protection against virus infections. In this study the phytotoxicity effect of three adjuvants (Dedal 90 EC, Olejan 85 EC and Superam 10 AL) on potato plants was tested in the year 2004 in greenhouse experiments. The mineral oil — Sunspray 850 EC was used as a control. In the vegetative period (VI–IX) 10 applications of the mixture of oil with water, at various concentrations (1%, 3% and 5%), were performed in the 7 days intervals. The effect of the adjuvants on phytotoxicity response was evaluated 3 days after every application. Our preliminary data showed that there were no symptoms (including chlorosis and wilting) on potato plants after application of 1% concentrated adjuvants.

However, at higher concentrations induction of phytotoxic response occurred and lowered tuber yield by 25%–45% (depending on the adjuvant used).

Key words: adjuvants, mineral oil, phytotoxicity effect, plant oil, potato

WSTĘP

Adiuwanty są substancjami lub mieszaninami substancji poprawiającymi aktywność biologiczną składnika czynnego środka ochrony roślin lub modyfikującymi właściwości fizyko-chemiczne cieczy użytkowej. Potocznie nazywane są one substancjami pomocniczymi (Praczyk, 2001). Adiuwanty stanowią bardzo liczną i zróżnicowaną grupę substancji, przez co ich klasyfikacja nastręcza sporo trudności. Ze względu na budowę chemiczną wśród adiuwantów można wyróżnić: surfaktanty, oleje mineralne i roślinne, polimery, humektanty, sole mineralne.

Doniesienia literaturowe wskazują na wykorzystywanie substancji olejowych w ochronie roślin przed szkodnikami i chorobami, głównie w integrowanych programach ochrony (Northover i Timmer, 2002). W technologii produkcji nasiennej ziemniaka zastosowanie znalazły oleje mineralne, które charakteryzują się wysoką skutecznością w ochronie przed porażeniem wirusami (głównie odmian o niskiej odporności na PVY) i stały się elementem programów ochrony odmian określanych mianem “trudnych w nasiennictwie” (Kerlan i in., 1987).

Duża częstotliwość wykonywania zabiegów substancjami olejowymi może nieść ryzyko wystąpienia objawów fitotoksycznych na roślinach ziemniaka (Turska, 1984; Goszczyński i in., 2003), co może utrudnić lub uniemożliwić wykonanie selekcji negatywnej. Fitotoksyczna reakcja bardzo często może być również przyczyną spadku plonu bulw.

Obok olejów mineralnych również oleje roślinne wykazują wysoką skuteczność w ochronie roślin. Prowadzone badania wskazują na ich wysoką przydatność w zwalczaniu, bądź ograniczaniu szerzenia się chorób grzybowych na warzywach (Ko i in., 2003), roślinach ozdobnych (Wojdyła, 2002) i w sadach owocowych (McKenna, 1999), porównywalną często z ogólnie stosowanymi chemicznymi środkami ochrony roślin. Według Asjes i Blom-Bornhoorn (1994) oleje roślinne mogą być bardziej efektywne w ograniczaniu szerzenia się wirusów przy niższej presji infekcyjnej, natomiast ich skuteczność maleje wraz ze wzrostem zagrożenia.

Celem badań było poznanie możliwości samodzielnego (bez dodatku innych środków ochrony roślin) wykorzystania w ochronie plantacji nasiennej ziemniaka adiuwantów, opartych na olejach roślinnych. W pierwszym etapie badań poddano ocenie 3 adiuwanty pod kątem wpływu na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono w 2004 roku w układzie kompletnej randomizacji, w kontrolowanych warunkach szklarniowych, na odmianie Mila. Sadzeniaki wielkości około 2–3 cm wysadzono do doniczek o średnicy 12 cm, w 4 powtórzeniach dla każdej

kombinacji, po 12 roślin w powtórzeniu. Obiekty doświadczalne stanowiły 3 adiuwanty oraz kombinacja kontrolna (tab. 1). Za wzorzec przyjęto szeroko przebadany olej mineralny Sunspray 850 EC (Turska i Wróbel, 1999). Wszystkie badane adiuwanty stosowano w odstępach siedmiodniowych, w zawiesinie wodno-olejowej w stężeniach: 1%, 3% i 5%, przy użyciu ręcznego opryskiwacza ciśnieniowego. W czasie trwania badań (VI–IX) przeprowadzono w sumie 10 zabiegów. W terminie 3 dni po każdym zabiegu wykonywano ocenę fitotoksycznej reakcji roślin w oparciu o skalę 9-stopniową, gdzie 1° — brak objawów, a 9° — całkowite zniszczenie roślin. Charakterystyczne objawy fitotoksycznej reakcji po zastosowaniu olejów roślinnych i mineralnych, to nekrozy i deformacje blaszki liściowej, a skala wyraża tylko stopień ich nasilenia. Przed zbiorem bulw przeprowadzono desykację przy użyciu preparatu Reglone 200 SL. Po zbiorze zważono oraz policzono bulwy, a uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej.

Tabela 1

Wykaz badanych obiektów
List of the objects

Obiekt Object	Zawartość substancji biologicznie czynnej Contents of active ingredients
Dedal 90 EC	90% oleju roślinnego — 90% of plant oil
Olejan 85 EC	85% oleju rzepakowego — 85% of rapeseed oil
Superam 10 AL	10% mieszaniny soli sodowej kwasu alkilobenzensulfonowego i etoksylowanych alkilofenoli — 10% of mixture of alkylbenzenesulphonic amid sodium salt and etoxyled alkylphenols
Sunspray 850 EC - wzorzec	850 g oleju mineralnego — 850 g of mineral oil
Kontrola Control	—

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Rośliny ziemniaka odmiany Mila charakteryzowały się zróżnicowaną reakcją na zastosowane adiuwanty. Po zastosowaniu substancji olejowych w stężeniu 1% nie stwierdzono fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka (maksymalna wartość średnia 1,5 w skali 9-stopniowej), przy czym tylko po zastosowaniu Superamu 10 AL, rośliny nie odbiegały swoim wyglądem od roślin na obiekcie kontrolnym (tab. 2). Zaobserwowano także, że wraz ze wzrostem stężenia wzrastała również fitotoksyczna reakcja. Wyjątek stanowiły rośliny traktowane olejem mineralnym Sunspray 850 EC, u których najsilniejsze objawy oceniono tylko na 2, przy stężeniu aż 5%. Objawy fitotoksycznej reakcji manifestowane były silniej wraz ze wzrostem ilości zabiegów, co mogło być spowodowane “nakładaniem się” objawów po poprzednich opryskiwaniach. Potwierdziła się również opinia, że oleje roślinne mogą powodować silniejsze symptomy fitotoksycznej reakcji, w porównaniu do olejów mineralnych (McKenna, 1999; Wojdyła, 2002; Nikolov, 2000).

Po zastosowaniu adiuwantów Dedal 90 EC i Olejan 85 EC zaobserwowano podobne symptomy fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka, objawiające się nekrozami i zasychaniem najstarszych liści oraz defoliacją łodyg. Zjawisko zasychania i opadania dolnych liści występowało na kombinacjach, na których adiuwanty te zastosowano już w stężeniu 3%.

Tabela 2

Wpływ adiuwantów na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka odmiany Mila
Influence of adjuvants on phytotoxicity response of the potato cultivar Mila

Obiekty Treatments	Stężenie Concentration	Ocena fitotoksycznej reakcji roślin po kolejnych zabiegach wykonywanych co 7 dni Estimation of phytotoxicity reaction after successive applications performed every 7 days									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dedal 90 EC	1%	1,5	1,3	1,0	1,1	1,3	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0
	3%	1,8	2,2	2,0	2,2	2,4	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0
	5%	2,8	2,5	3,0	3,0	3,4	3,5	4,0	4,0	3,8	3,4
Olejan 85 EC	1%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,1	1,0	1,1	1,0
	3%	1,9	1,9	1,8	1,5	1,6	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
	5%	2,5	2,8	2,8	2,5	2,9	3,0	3,0	2,6	3,1	2,8
Superam 10 AL	1%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	3%	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	1,8	1,9	1,8	2,0	1,9
	5%	1,8	2,0	1,9	1,5	1,5	1,9	2,0	2,0	2,3	2,3
Sunspray 850 EC standard	1%	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0
	3%	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	1,6	1,5	1,8	1,5
	5%	1,1	1,1	1,0	1,4	1,4	1,9	2,0	1,8	2,0	2,0
Kontrola Control	—	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

W przypadku Superamu 10 AL, objawy fitotoksycznej reakcji były zdecydowanie słabsze, a opadanie dolnych liści następowało dopiero po zastosowaniu stężenia 5%. Tylko po zastosowaniu Sunspray 850 EC nie odnotowano opadania liści, przy czym bardzo lekkie nekrozy występowały zarówno po zastosowaniu stężenia 3% i 5%, a rośliny swoim pokrojem i stanem fizjologicznym były zbliżone do tych z obiektu kontrolnego.

Efekt fitotoksycznej reakcji miał istotny wpływ na wielkość plonu bulw (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ badanych adiuwantów na plon bulw (po 10 zabiegach)
Influence of the examined adjuvants on tuber yield (after 10 applications)

Obiekty Objects	Średnia z powtórzeń Mean of replications	
	szt. — pcs	g
Dedal 90 EC	46,16	740,08
Olejan 85 EC	47,83	636,74
Superam 10 AL	44,66	696,32
Sunspray 850 EC — standard	46,03	857,75
Kontrola Control	51,50	1151,58
NIR (p = 0,01)		
LSD (p = 0,01)	11,34	177,66

Wszystkie kombinacje, na których zastosowano adiuwanty zareagowały spadkiem plonu. Najniższą reakcję odnotowano w przypadku Sunspray 850 EC, która wynosiła 25%, a dla pozostałych adiuwantów była ona wyższa od 36% do 45%. Stwierdzono również wysoce istotny, negatywny wpływ wyższych stężeń (3% i 5%) zarówno na ilość, jak i masę uzyskanych bulw.

PODSUMOWANIE

Wstępne wyniki badań świadczą o możliwości wybrania takich adiuwantów, które nie powodują efektu fitotoksycznego na roślinach ziemniaka. Badania będą kontynuowane w warunkach polowych i obejmą szerszą grupę odmian, głównie o niskiej odporności na PVY.

LITERATURA

- Asjes C. J., Blom-Barnhoorn G. J. 1994. Air-borne field spread of tulip breaking virus, lily symptom less virus and lily virus X in lily affected by seasonal incidence of flying aphids and control by sprays of mineral oil, vegetable oil, insecticide and pheromone in the Netherlands. ISHS Acta Horticulturae 377, IIX International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants, Prague, Czech Republic, October 1994 — www.actahort.org/books/377/377_32.htm.
- Goszczyński W., Tomczyk A., Bednarek A. 2003. Wpływ oleju mineralnego Sunspray 850 EC (Ultra Fine) na wymianę gazową liści róż. Prog. Plant Prot. 43 (2): 648 — 650.
- Kerlan C., Robert Y., Guillery E. 1987. Mise au point sur l'incidence du virus Y⁰ et méthodes de lutte mises en oeuvre en France pour la production de semences de pomme de terre. Potato Res. 30: 651 — 667.
- Ko W. H., Wang S. Y., Hsieh T. F., Ann P. J. 2003. Effects of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathology 151 (3): 144 — 148.
- McKenna C. E. 1999. Evaluation of vegetable oils for armoured scale control in kiwifruit orchards. ISHS Acta Horticulturae 498, IV International Symposium on Kiwifruit, Santiago, Chile, August 1999 — www.actahort.org/books/498/498_45.htm
- Nikolov A. 2000. The efficiency of vegetable oil from *Cruciferae* on powdery mildew from cucumbers and influence on pollen germination. Bulg. J. Agric. Sci. 6: 609 — 612.
- Northover J., Timmer L. 2002. Control of plant diseases with petroleum – and plant derived oils. In: Beattie G. A. C., Watson D. M., Stevens M. L., Rae D. J., Spooner-Hart R. N., eds. Spray Oils Beyond 2000. Univ. Western Sydney: 512 — 526.
- Praczyk T. 2001. Rozwój badań i zastosowań adiuwantów w Polsce. Prog. Plant. Prot. 41 (1): 110 — 114.
- Turska E. 1984. Limiting of potato tuber infection by non-persistent viruses by plant spraying with mineral oils. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 310: 99 — 110.
- Turska E., Wróbel S. 1999. Ograniczenie szerzenia się wirusa Y ziemniaka (PVY) przy użyciu oleju Sunspray 11 E. Prog. Plant. Prot. 39 (2): 841 — 844.
- Wojdyła A. T. 2002. Oils activity in the control of rose powdery mildew. Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet. 67 (2): 369 — 376.

SŁAWOMIR WRÓBEL

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

Wpływ różnych metod niszczenia naci średnio wczesnych odmian ziemniaka na plantacjach nasiennych na tempo jej zasychania i plon bulw

Influence of different methods of haulm killing on rate of haulm desiccation and tuber yield of mid-early potato seed plantations

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w Boninie (woj. zachodniopomorskie) na dwóch średnio wczesnych odmianach ziemniaka. Oceniano skuteczność wczesnego niszczenia naci trzema różnymi metodami (mechaniczna, chemiczna i mechaniczno-chemiczna) możliwymi do zastosowania na plantacjach nasiennych ziemniaka, na tempo zasychania naci ziemniaka, strukturę i wielkość plonu bulw, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji sadzeniaków. Stwierdzono, że niszczenie naci metodą mechaniczno-chemiczną sprzyjało istotnie szybszemu jej zasychaniu (o około 2 dni) w porównaniu z desykacją chemiczną lub niszczeniem mechanicznym, ponadto nie stwierdzano ponownego odrastania roślin. Wczesne niszczenie naci wpływało istotnie na zmniejszenie plonu ogólnego bulw jedynie u odmiany Mila (średnio o 8%), natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w plonie frakcji sadzeniakowej zarówno u odmiany Mila, jak i Balbina. Ze względu na wysoką skuteczność mechanicznego niszczenia naci może być ono alternatywą dla desykacji chemicznej, szczególnie na plantacjach uprawianych w systemie ekologicznym.

Słowa kluczowe: niszczenie naci, plon bulw, sadzeniak, ziemniak

The destruction of haulm is a conventional practice in potato cultivation. Potato haulm can be destroyed mechanically or chemically or with the combination of both means. In the presented study, the different haulm destruction techniques were compared for their efficacy in haulm desiccation and influence in potato tuber yield. The experiments were conducted on two mid early potato cultivars — Balbina and Mila in the years 2000–2002 in Bonin (zachodniopomorskie province). The mechanical haulm destruction was as efficient as the chemical treatment. However, the combination of mechanical and chemical method shortened time of haulm desiccation (for about 2 days) compared with chemical or mechanical haulm killing alone. Moreover, no haulm regrowth was observed. Early haulm destruction with all methods significantly reduced total yield of tubers only for the cultivar Mila (in average about 8%). There was no significant difference for both Balbina and Mila in the yield of seed tubers. According to our data, mechanical haulm destruction could be used as an alternative to chemical desiccation in organic farming.

Key words: haulm killing, potato, tuber yield, seed potato

WSTĘP

Określenie wczesne niszczenie naci oznacza zabieg wykonywany na kilka tygodni przed fizjologicznym końcem wegetacji ziemniaka. Termin jego wykonania określany jest na podstawie szczytowych lotów mszyc oraz dojrzałości skórki na bulwach. Stosowany na plantacjach nasiennej ziemniaka w niektórych krajach (np. Holandia, Francja, Szwajcaria) jest warunkiem zakwalifikowania plantacji w stopniach elitarnych (Schwarzel, 1998). Zabieg ten skraca okres wegetacji oraz ogranicza przemieszczanie się cząstek wirusa z nadziemnych części rośliny do bulw. Najbardziej rozpowszechnione w praktyce jest chemiczne niszczenie naci. Powszechnie stosowaną substancją aktywną przeznaczoną do desykacji roślin jest dikwat, który jest składnikiem jedyne zarejestrowanego w Polsce preparatu — Reglone 200 SL lub Reglone Turbo 200 SL — zalecanego w produkcji nasiennej ziemniaka. Stosowanie innych środków ochrony roślin opartych na glufosynacie amonowym, karfentrazolu etylu lub dimetypinie powodowało na ogół wolniejsze tempo zasychania naci ziemniaka (Kürzinger, 1999; Erlichowski, 2004) lub przyczyniało się w wypadku zastosowania glifosatu do redukcji wschodów roślin w roku następnym (Skuterud i in., 1995).

Zabieg wcześniejszego niszczenia naci wstrzymuje wzrost bulw, dzięki czemu można uzyskać wyższy udział frakcji sadzeniakowej w plonie. W produkcji sadzeniaków określenie optymalnego terminu zabiegu zależy głównie od szczytowego lotu mszyc (Hebeisen i Nemecek, 2001), dojrzałości skórki bulw (Turska, 1997), jak również zdrowotności plantacji, skuteczności selekcji negatywnej oraz odporności odmiany na PVY (Rongai i Cerato, 1997). Nieprawidłowe wykonanie zabiegu niszczenia naci może spowodować wystąpienie tzw. odrostów, przyczyniając się do wzrostu porażenia sadzeniaków wirusami (Turska, 1997; Kürzinger, 1999).

Ze względów na ochronę środowiska w krajach Europy Zachodniej dąży się do redukcji zabiegów chemicznych, również na plantacjach ziemniaka, kładąc nacisk na zabiegi mechaniczne. W Holandii, w której chemiczne niszczenie naci stosuje się od 1952 roku, oficjalnie wycofuje się środki przeznaczone do tego celu. Zalecany jest mechaniczny sposób niszczenia (Kooistra i Halteren, 1991). Zabiegi mechaniczne są tańsze, ale nie zawsze przynoszą oczekiwane efekty, a czasami mogą nawet powodować efekt odwrotny do zamierzonego — dłuższe zasychanie pozostałych części łodyg, częstsze występowanie odrostów, które są narażone na nowe infekcje. Zastosowanie metody łączonej, w której w pierwszej kolejności przeprowadza się zabieg mechanicznego niszczenia części nadziemnej ziemniaka, a następnie desykację chemiczną pozostałych łodyg, pozwala ograniczyć zużycie preparatu do 50% dawki zalecanej (więcej, jeżeli stosowane są opryski pasowe redlin), nie powodując zmian w jakości oprysku (Larsson, 1992). Mechaniczno-chemiczne niszczenie naci ogranicza ponadto porażenie PVY (Kürzinger, 1999; Wróbel, 2001), a także niekorzystne oddziaływanie preparatu chemicznego na rośliny ziemniaka i jakość bulw (Skuterud i in., 1995).

Ponieważ wcześniejsze badania nie miały charakteru kompleksowego, wydało się celowe porównanie w pierwszej kolejności skuteczności trzech wybranych metod niszczenia naci możliwych do zastosowania w produkcji nasiennej ziemniaka w warun-

kach Polski, w celu określenia ich wpływu na tempo zasychania naci, strukturę i wielkość plonu bulw, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji sadzeniaków. Ze względu na obszerność uzyskanych wyników nie analizowano wpływu badanych zabiegów na porażenie wirusami, ponieważ ten aspekt omówiony zostanie szerzej w kolejnej pracy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2002 w Boninie (woj. zachodniopomorskie) na dwóch średnio wczesnych odmianach ziemniaka Balbina i Mila. Doświadczenie, kompletnie zrandomizowane założono w 3 powtórzeniach. Każde poletko składało się ze 100 roślin. Sadzenie bulw wykonywano ręcznie w III dekadzie kwietnia. Chwasty zwalczano co roku przed wschodami preparatem Sencor 70 WG. W czasie wegetacji prowadzono systematyczną ochronę chemiczną przed stonką ziemniaczaną i zarazą ziemniaka.

Termin zabiegów niszczenia naci ustalano w oparciu o dojrzałość skórki na bulwach i szczytowe loty mszyc (tab. 1). Oceniano 3 różne metody niszczenia naci: mechaniczną, chemiczną i mechaniczno-chemiczną. W celu porównania wyników, zabieg wykonywano zawsze tego samego dnia. Niszczenie sposobem mechanicznym przeprowadzono przy użyciu 2- lub 4- rzędowego ciągnikowego rozbijacza łęcin (Z 366/1 lub Z 321). Do desykacji wykorzystano preparat Reglone Turbo 200 SL (subst. aktywna dikwat) w dwóch dawkach, po 1,75 l·ha⁻¹ w odstępach 2–4 dniowych, w celu uzyskania równomiernego zniszczenia naci na całej powierzchni. Metoda mechaniczno-chemiczna polegała na wstępnym rozbiciu łęcin przy użyciu rozbijacza, a następnie zastosowaniu na pozostałe części łodyg preparatu Reglone Turbo 200 SL w obniżonej o 50% dawce, tj. 1,75 l·ha⁻¹.

Tabela 1

Daty wykonywania zabiegów niszczenia naci
Dates of haulm killing

Rok — Year	Data — Date	Data 2 ¹⁾ — Date 2 ¹⁾
2000	10 VIII	14 VIII
2001	17 VIII	20 VIII
2002	6 VIII	8 VIII

¹⁾ Dotyczy wyłącznie metody chemicznej; Zastosowanie drugiej połowy dawki Reglone

¹⁾ For chemical method only; Application of the second half dose of Reglone (diquat)

Po wykonaniu zabiegów niszczenia naci co 2 dni prowadzono obserwacje tempa jej zasychania. Dla metody chemicznej przyjęto skalę 9-stopniową (tab. 2), natomiast dla metody mechanicznej i mechaniczno-chemicznej 5-stopniową (tab. 3).

Po ok. 3–4 tygodniach od ostatniego zabiegu przeprowadzano zbiór bulw, w trakcie którego pobierano losowo z każdego poletka próby wielkości ok. 12–15 kg dla oceny struktury plonu ogólnego i zawartości skrobi w bulwach, natomiast wielkość plonu określano na podstawie ogólnej wagi zebranych bulw.

Tabela 2

Skala oceny zasychania roślin ziemniaka po desykcji
Scale for estimation of desiccation of potato plant after chemical killing of haulm

Skala Scale	Objawy Symptoms
1	rośliny zielone, zdrowe, brak uszkodzeń — no symptoms, healthy plants
2	liście żółte, zaczynają zasychać — yellow leaves, beginning of leaves drying
3	wyraźne zasychanie liści — visible leaves drying
4	większość liści zaschnięta — most of leaves dead
5	większość liści zaschnięta, łodygi zaczynają żółknąć — most of leaves dead, stems begin to yellow
6	liście zaschnięte, łodygi żółte — leaves dead, stems yellow
7	liście zaschnięte, łodygi żółte — zaczynają zasychać — leaves dead, stems yellow, begin drying
8	zaschnięte liście i częściowo łodygi — leaves completely and stems partly dead
9	nać całkowicie zaschnięta — haulm completely dead

Tabela 3

Skala oceny zasychania roślin ziemniaka po mechanicznym i mechaniczno-chemicznym zniszczeniu naci

Scale for estimation of drying of potato plant after mechanical and mechanical + chemical killing of haulm

Skala Scale	Objawy Symptoms
1	pozostałości łodyg zielone — stems remains green
2	łodygi zaczynają żółknąć — stems begin to yellow
3	łodygi żółte, zaczynają zasychać — yellow stems, beginning of stems drying
4	większość łodyg zaschnięta — most of stems dead
5	nać całkowicie zaschnięta — haulm completely dead

WYNIKI

Wyniki przeprowadzonych obserwacji tempa zasychania naci ziemniaka w poszczególnych latach badań wskazują na wysoce istotny wpływ zastosowanych metod jej niszczenia (tab. 4).

Tabela 4

Zasychanie roślin ziemniaka po zabiegach niszczenia naci w latach 2000–2002, wyrażone liczbą dni od zabiegu

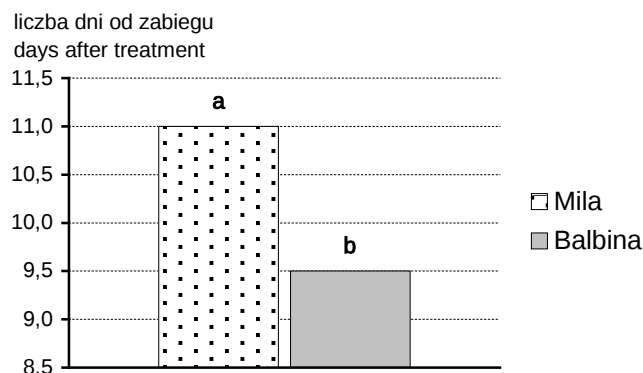
Duration (in days) for complete haulm desiccation after treatment (years 2000–2002)

Metody niszczenia naci Methods of haulm killing	Lata badań Years of research			Średnia z lat Means from years
	2000	2001	2002	
Chemiczna — Chemical	11,7	8,7	12,0	10,8
Mechaniczna — Mechanical	11,7	8,5	12,7	11,0
Mechaniczno-chemiczna — Mechanical + chemical	9,1	6,8	10,9	9,0
NIR p = 0,01 — LSD p = 0.01	0,7	1,0	0,7	0,6

Najszybciej, bo już po 7–11 dniach, w zależności od roku badań, efekt całkowitego zasuszenia naci obserwowano po zastosowaniu metody mechaniczno-chemicznej. Okres zasychania pozostałych części łodyg był istotnie krótszy (o ok. 3 dni) niż po zastosowaniu

tych metod osobno. Nie stwierdzono różnic po zastosowaniu metody chemicznej lub mechanicznej. W przeprowadzonych badaniach, w wypadku wszystkich metod niszczenia naci, nie zaobserwowano ponownego odrastania roślin.

Stwierdzono ponadto, że tempo zasychania naci było również istotnie uzależnione od odmiany. W wypadku odmiany Balbina proces całkowitego zaschnięcia naci był średnio o 1,5 dnia krótszy w porównaniu z odmianą Mila (rys. 1).

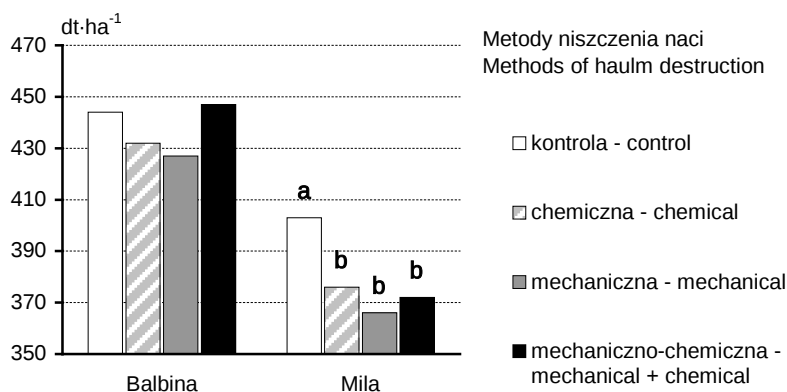


a, b — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a, b — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)

Rys. 1. Tempo zasychania części nadziemnej ziemniaka u dwóch odmian po zniszczeniu naci (średnie z lat 2000–2002)

Fig. 1. Desiccation rate of potato plant in two cultivars after haulm destruction (means for the years 2000–2002)



a,b — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a,b — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)

Rys. 2. Wpływ różnych metod niszczenia naci na plon ogólny bulw (średnie z lat 2000–2002)

Fig. 2. Influence of different haulm destruction methods on total yield of tubers (means for the years 2000–2002)

Skracanie okresu wegetacji roślin ziemniaka przez wcześniejsze zniszczenie naci jedynie w wypadku odmiany Mila powodowało istotny spadek plonu ogólnego we wszystkich latach badań, niezależnie od zastosowanej metody (rys. 2). Różnice w plonie wynosiły średnio ok. 30–50 dt·ha⁻¹ w zależności od zastosowanej metody niszczenia i roku badań. U odmiany Balbina, jedynie metody chemiczna i mechaniczna powodowały obniżenie plonu ogólnego, przy czym różnice były statystycznie nieistotne. Na uwagę zasługuje metoda mechaniczno-chemiczna, po zastosowaniu, której uzyskany plon bulw ziemniaka we wszystkich latach badań kształtował się na poziomie plonów uzyskiwanych w kombinacjach kontrolnych (bez niszczenia naci).

Pomimo obniżenia plonu ogólnego w kombinacjach z niszczeniem naci nie stwierdzono istotnie negatywnego wpływu badanych metod niszczenia na plon sadzeniaków, niezależnie od odmiany. Analiza trzyletnich wyników wykazała brak istotnych różnic we wpływie poszczególnych metod niszczenia naci na plon sadzeniaków, jak i na procentową zawartość nagromadzonej skrobi w bulwach (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ metod niszczenia naci ziemniaka na plon sadzeniaków i zawartość skrobi w bulwach odmian Balbina i Mila (średnie z lat 2000-2002)
Influence of methods of haulm destruction on yield of seed tubers and content of starch in two cultivars Balbina and Mila (means from the years 2000-2002)

Metody niszczenia naci Methods of haulm killing	Plon sadzeniaków (dt·ha ⁻¹) Yield of seed tubers (dt·ha ⁻¹)		Zawartość skrobi (%) Starch content (%)	
	Balbina	Mila	Balbina	Mila
Kontrola — Control	376	300	14,9	17,2
Chemiczna — Chemical	358	291	14,7	16,8
Mechaniczna — Mechanical	375	294	14,7	17,1
Mechaniczno-chemiczna — Mechanical + chemical	376	294	14,6	16,4
NIR p = 0,05 — LSD p = 0,05	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. — Różnica nieistotna

r.n. — Not significant

DYSKUSJA

W Polsce wczesne niszczenie naci stosowane jest w nasiennictwie od 1966 roku (Kapsa, 1968). Była to przede wszystkim desykacja roślin. Uważano, bowiem że tylko ten sposób gwarantuje szybkie zasychanie naci, ograniczając transport wirusów do bulw. Uzyskane wyniki badań wykazały, że zasychanie naci było najszybsze po zastosowaniu metody mechaniczno-chemicznej. W sytuacji, gdy nać niszczone mechanicznie, pozostałe części łodyg zasychały tak samo szybko jak po aplikacji preparatu Reglone, bez względu na warunki pogodowe w tym okresie. Podobne wyniki odnośnie metody chemicznej uzyskał Kürzinger (1999), który stwierdził, że po zastosowaniu dikwatu 65% naci ziemniaka uległo zaschnięciu już po 3 dniach, a 90% po 7 dniach. Potwierdził to Erlichowski (2004), który ponadto stwierdził, że zasychanie części nadziemnej ziemniaka po zastosowaniu innych preparatów chemicznych może generalnie trwać od 14 do 21 dni. Stwierdzone

w niniejszych badaniach istotnie różne dla odmian tempo zasychania części nadziemnej roślin, potwierdza wcześniejsze obserwacje Iskrzyckiej i Łanieckiej (1983).

Przerwanie wegetacji roślin według wielu autorów nie pozostaje bez wpływu na wielkość plonu. Barry (1994) stwierdził, że wykonanie chemicznego zabiegu niszczenia naci przed 19 sierpnia powoduje istotne zmniejszenie plonu bulw. Podobne wyniki uzyskali Iskrzycka i Łaniecka (1983), Vokal i wsp. (1996) oraz Gąsior (1997). W badaniach własnych, stwierdzono niewielkie różnice w plonowaniu, a nie stwierdzono istotnego wpływu metod niszczenia naci zarówno na plon ogólny, jak i plon frakcji sadzeniakowej. Jedynie odmiana Mila reagowała istotnym obniżeniem plonu bulw. Porównywalny plon bulw pomiędzy kombinacjami z niszczeniem naci a kontrolą jedynie w przypadku jednej odmiany, może świadczyć o zróżnicowanej reakcji odmian na proces skracania wegetacji i zasychania łęcin. Należy jednak podkreślić, że metoda mechaniczno-chemiczna oddziaływała w najmniejszym stopniu na plon bulw, który był podobny z plonami w kombinacjach kontrolnych. Wydaje się, że ten sposób niszczenia naci, pomimo że wpływa na jej szybsze i bardziej równomierne zasychanie, jednocześnie najslabiej oddziałuje na procesy fizjologiczne zachodzące w zasychających roślinach, a w zasadzie ich „resztkach” związane ze wzrostem bulw, a w konsekwencji plonem.

WNIOSKI

1. Stwierdzono, że niszczenie naci metodą mechaniczno-chemiczną sprzyjało istotnie szybszemu jej zasychaniu w porównaniu z desykacją lub niszczeniem mechanicznym, nie stwierdzając przy tym ponownego odrastania roślin.
2. Wczesne niszczenie naci stosowanymi metodami wpływało istotnie na spadek plonu ogólnego jedynie u odmiany Mila, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic ani u odmiany Mila, ani u odmiany Balbina w plonie frakcji sadzeniakowej.
3. Ze względu na wysoką skuteczność mechanicznej metody niszczenia naci może być ona alternatywą dla stosowania środków chemicznych, szczególnie na plantacjach w uprawach ekologicznych.

LITERATURA

- Barry P. 1994. A note on the effect of time of haulm desiccation on the yield of potatoes grown from sprouted seed. *Irish J. Agric. Food Res.* 33 (1): 75 — 77.
- Erlichowski T. 2004. Skuteczność działania wybranych desykantów w uprawie ziemniaka jadalnego. *Prog. Plant Prot.* 44 (2): 668 — 671.
- Gąsior J. 1997. Wpływ wczesnego niszczenia naci ziemniaka i nawożenia azotem na wydajność sadzeniaków w warunkach gleb lekkich Płaskowyżu Kolbuszewskiego. *Zesz. Nauk. AR Krak.* 319, *Rolnictwo* 34: 81 — 91.
- Hebeisen T., Nemecek T. 2001. TuberPro optimiert Krautvernichtungstermin in Pflanzkartoffeln. *Agrarforschung* 8 (8): 312 — 317.
- Iskrzycka T., Łaniecka B. 1983. Wpływ niszczenia naci różnymi metodami na zdrowotność sadzeniaków 19 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 30: 7 — 16.
- Kapsa E. 1968. Nowoczesne zabiegi w produkcji sadzeniaków ziemniaka. *Hod. Rośl. Nasien.* 2: 30 — 36.
- Kooistra T., Halteren P. 1991. Towards a reduction of chemical haulm killing in potato growing in the Netherlands. *Bull. OEPP* 21 (1): 27 — 31.

- Kürzinger W. 1999. Krautminderung in Kartoffelbeständen. Kartoffelbau 50(6): 224 — 226.
- Larsson K. 1992. Potatis. Nyteknik for blastdodning. Meddelande Jordbrukstekniska Institutet No. 438: s.73.
- Rongai D., Cerato C. 1997. Fore casting the best time for the desiccation of seed potato. Informatore Agrario 53, 17: 51 — 56.
- Schwarzel R. 1998. La date defanage des plants de pommes de terre. Rev. Suisse d'Agric. 30 (4): 137 — 141.
- Skuterud R., Krok R., Mollerhagen P. J., Steinsholt P. Y. 1995. Risdreping i potet. Fins det alternativ til dikvat? Norsk Landbruksforskning 9 (1-2): 39 — 49.
- Turska E. 1997. Czynniki wpływające na poziom porażenia sadzeńiaków wirusami. W: Produkcja ziemniaków Technologia — Ekonomia — Marketing. Wydanie 2. IHAR Oddz. Bonin:162 — 166.
- Vokal B., Cepel J., Brecka J., Honzik I. 1996. Možnosti nahrady chemické desikace při pestování sadbových brambor. Vedecké Práce Vyzkumného Ústavu Bramborářského Havlíčkov Brod 12: 87 — 95.
- Wróbel S. 2001. Efekt różnych sposobów niszczenia naci w ograniczaniu porażenia sadzeńiaków ziemniaka wirusem Y. Prog. Plant Prot. 41 (2): 683 — 687.
- Wróbel S. 2004. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych w produkcji nasiennej ziemniaka na porażenie bulw wirusami Y i M. Rozprawa doktorska. IHAR ZNiOZ Bonin: 120 s.

SŁAWOMIR WRÓBEL

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie

Optymalizacja metod agrotechnicznych w ochronie ziemniaka przed PVY

Optimal agro-practices to control PVY in potatoes

Badania przeprowadzono w Boninie (woj. zachodniopomorskie) w latach 2000–2002 na dwóch odmianach średnio wczesnych o zróżnicowanej odporności na PVY — Balbina (6,5) i Mila (5,5). W ujęciu kompleksowym oceniano: podkiełkowanie sadzeń, cotygodniowe stosowanie oleju mineralnego oraz trzy sposoby niszczenia naci (mechaniczny, chemiczny i mechaniczno-chemiczny). Porażenie bulw PVY oceniano w okresie zimowym w próbie oczkowej, stosując test DAS ELISA. Stwierdzono, że podkiełkowanie sadzeń nie przynosiło praktycznie żadnych efektów w ograniczaniu porażenia bulw PVY. Natomiast systematyczne stosowanie oleju mineralnego istotnie ograniczało porażenie bulw tym wirusem, średnio o około 50%. Najkorzystniejszą metodą niszczenia naci była metoda mechaniczno-chemiczna, której skuteczność w ograniczaniu porażenia wirusem Y wynosiła średnio 50–70% w zależności od odmiany. Natomiast skuteczność metody chemicznej lub mechanicznej sięgała 40–65%, w zależności od odmiany. Zniszczenie naci sposobem mechaniczno-chemicznym na obiektach wcześniej chronionych olejem mineralnym dodatkowo ograniczyło porażenie PVY o 17% u odmiany Mila i aż 75% u odmiany Balbina. Na podstawie przeprowadzonych badań określono optymalny układ zabiegów w produkcji nasiennej odmian podatnych na PVY, który powinien obejmować: 1) obligatoryjne, cotygodniowe zabiegi olejem mineralnym, 2) wcześniejsze niszczenie naci metodą mechaniczno-chemiczną. Powyższy układ pozwalał ograniczyć porażenie PVY od 68% do 79% (odmiana Mila) i od 80% do 84% (odmiana Balbina) w zależności od presji infekcyjnej (roku badań). Wysoka skuteczność metody mechanicznej w ograniczaniu porażenia bulw PVY może świadczyć o jej przydatności w produkcji sadzeń metodami ekologicznymi.

Słowa kluczowe: niszczenie naci, olej mineralny, podkiełkowanie, PVY, ziemniak

The effects of pre-sprouting of seed potatoes, weekly treatment with mineral oil and haulm destruction upon the incidence of *Potato virus Y* (PVY) infection in potato crops were evaluated. Different haulm destruction methods: mechanical, chemical, and combined, were applied. Two mid early cultivars showing different levels of resistance to PVY: Balbina (6.5) and Mila (5.5), were assessed in the years 2000–2002 in Bonin (zachodniopomorskie province). Tuber infection with PVY was examined in winter time, using double antibody sandwich (DAS) ELISA. No effects of pre-sprouting of seed potatoes on potato plants infectibility with PVY were observed. In contrast, treatments with mineral oil reduced the incidence of tuber infection by approximately 50%. The combined method of haulm destruction reduced tuber infection with PVY more effectively (50% and 70% in cvs Mila and Balbina, respectively) than did a chemical or mechanical method (40–65%). Treatment of potato plants with mineral oil followed by haulm destruction using the combined method decreased additionally PVY infection. Depending on the year of study, the infection rate was diminished by 68–

79% in cv. Mila, and by 80–84% in cv. Balbina. Based on the results presented in this paper, as well as on those obtained in earlier investigations, an optimal system was determined to be used in seed potato production for cultivars susceptible to PVY. It includes: obligatory weekly treatments of plants with mineral oil; early haulm destruction using a combined (mechanical + chemical) method. The relatively high effectiveness of mechanical haulm destruction in reducing PVY infection indicates the usefulness of this method in seed potato production in ecological systems.

Key words: haulm destruction, mineral oil, potato, pre-sprouting, PVY infection

WSTĘP

Wirus Y ziemniaka (*Potato virus Y*, PVY) należy do patogenów występujących powszechnie we wszystkich rejonach uprawy ziemniaka na świecie. Uprawa ziemniaków o niskiej odporności na PVY nastręcza wielu trudności w produkcji nasiennej, a brak pewnych metod ograniczania szerzenia się wirusów przenoszonych przez mszyce w sposób nietrwały utrudnia zachowanie odpowiedniej zdrowotności sadzeniaków. Z powodu coraz większego udziału w rejestrze, odmian ziemniaka podatnych na wirusy, w szczególności na PVY, często o odporności poniżej 5 (w skali 9-stopniowej), oraz braku pewnych i sprawdzonych technologii upraw nasiennych tych odmian w warunkach Polski zachodzi potrzeba opracowania skutecznych metod ochrony takich materiałów.

Wśród metod agrotechnicznych zalecanych w produkcji nasiennej ziemniaka można wyróżnić między innymi podkielkowanie sadzeniaków, stosowanie oleju mineralnego oraz wczesne niszczenie naci. Każdy z tych zabiegów ma duże znaczenie w ochronie ziemniaków przed wirusami. Podkielkowanie przyspiesza wschody o 4–10 dni w zależności od odmiany i roku oraz stymuluje wzrost i rozwój roślin w ich początkowym okresie. Przyjmuje się, że zabieg podkielkowania przyspiesza narastanie odporności związanej z wiekiem, szczególnie przed pierwszymi lotami mszyc związanych żywicielsko z ziemniakiem. Na skuteczne wykorzystanie olejów mineralnych w ochronie przed wirusami przenoszonymi przez mszyce w sposób nietrwały, w szczególności przed PVY, wskazywało już wielu autorów (Milošević, 1996; Powell i in., 1998; Turska i Wróbel, 1999), przy czym uzyskiwane efekty były bardzo zróżnicowane, od pełnej ochrony przed infekcją do braku istotnego wpływu. Zabieg wczesnego niszczenia naci na plantacjach nasiennych ziemniaka w niektórych krajach (np. Holandii, Francji, Szwajcarii) jest warunkiem zakwalifikowania plantacji w stopniach elitarnych (Schwarzel, 1998), a jego prawidłowe wykonanie w połączeniu z innymi zabiegami agrotechnicznymi może przyczynić się do poprawy zdrowotności bulw ziemniaka (Turska, 1997; Kürzinger, 1999).

Celem przeprowadzonych badań było określenie optymalnego układu zabiegów agrotechnicznych w produkcji nasiennej ziemniaka sprzyjających ochronie roślin i bulw przed porażeniem przez wirus Y.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w warunkach Polski północnej w Boninie (woj. zachodniopomorskie) w latach 2000–2002. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach, na dwóch średnio wczesnych odmianach ziemniaka o zróżnicowanej odporności na PVY —

Balbina (ocena 6,5 w skali 1–9) i Mila (5,5). Oceniano wpływ podkielekowania sadzeniaków i stosowania oleju mineralnego Sunspray 850 EC w czasie wegetacji oraz trzy różne metody niszczenia naci (mechaniczna, chemiczna i mechaniczno-chemiczna).

Poletka badawcze składały się ze 100 roślin ziemniaka, pomiędzy którymi wysadzano dodatkowe źródła infekcji PVY, w celu zwiększenia zagrożenia wirusami i stworzenia warunków prowokacyjnych. Przez cały okres wegetacji, począwszy od 50–75% wschodów ziemniaka, wykonywano opryskiwanie olejem mineralnym w dawce 15 l/ha środka w 400 l wody. Zabiegi wykonywano zasadniczo co 7 dni, jedynie w uzasadnionych wypadkach (niesprzyjające warunki pogody — opady deszczu, zbyt silny wiatr) daty zabiegów były przesunięte. Termin zabiegów niszczenia naci ustalano w oparciu o dojrzałość skórki na bulwach i dynamikę lotów mszyc. Zabieg mechanicznego niszczenia naci wykonywano przy użyciu 2- lub 4-rzędowego ciągnikowego rozdrabniacza łęcin (Z 366/1 lub Z 321). Do desykacji wykorzystano preparat Reglone Turbo 200 SL w pełnej dawce ($2,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) podzielonej na dwa zabiegi wykonane w odstępach 2–4-dniowych, w celu uzyskania równomiernego zniszczenia naci na całej powierzchni. Metoda mechaniczno-chemiczna polegała na wstępnym rozbiciu łęcin przy użyciu rozbijacza, a następnie zastosowaniu na pozostawione resztki łodyg preparatu Reglone Turbo 200 SL w obniżonej o 50% dawce, tj. $1,75 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Corocznie, dwa tygodnie po zniszczeniu naci, pobierano po 1 bulwie z każdej rośliny do diagnostyki w próbie oczkowej, którą wykonywano w okresie od lutego do maja. Obecność wirusa Y ustalano na podstawie testu DAS ELISA, wykorzystując surowice poliklonalne produkcji krajowej. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji (ANOVA), a średnie testowano testem t-Studenta. W zestawieniach wyników (tabele, wykresy) zaznaczono jedynie wartości (różnice) statystycznie istotne.

WYNIKI

Poszczególne lata badań charakteryzowały się zróżnicowaną presją wirusów. Najniższe porażenie badanego materiału wirusem Y stwierdzono w roku 2000, natomiast najwyższe w roku 2002 (tab. 1). Pomimo bardzo zróżnicowanej presji w poszczególnych latach badań nie miały one istotnego wpływu na skuteczność ocenianych zabiegów, co ma duże znaczenie praktyczne, gdyż niezależnie od panujących warunków epidemiologicznych oceniane zabiegi wykazywały się podobną skutecznością. Wielkość porażenia badanych odmian była istotnie różna, co jest rzeczą oczywistą ze względu na różny poziom odporności tych odmian na PVY. Najwyższym porażeniem niezależnie od stosowanych zabiegów charakteryzowała się odmiana Mila, u której w roku 2002 zanotowano prawie 76% udział bulw porażonych PVY (na obiektach kontrolnych bez stosowania żadnych zabiegów). W tym samym czasie na tych samych kombinacjach w odmianie Balbina, bardziej odpornej, stwierdzono około 22% porażenie. Generalnie średnie porażenie odmiany Balbina (średnia ze wszystkich kombinacji) było prawie 10-krotnie niższe niż odmiany Mila.

Tabela 1

Średnie porażenie bulw PVY (%) w latach 2000–2002, kombinacje kontrolne
Average tuber virus infection (%) in the years 2000–2002, combinations with no treatments

Odmiana Cultivar	Lata badań Years of testing			Średnia Mean
	2000	2001	2002	
Balbina	0,9	2,8	22,8	4,1 b
Mila	13,7	39,6	75,3	40,6 a
Średnia Mean	3,7 c	12,1 b	48,7 a	

a, b, c — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,01$)

a, b, c — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.01$)

Przeprowadzone analizy trzyletnich badań wykazały wysoce istotne zależności ocenianych zabiegów w ograniczaniu porażenia bulw wirusem Y. Jedynie w przypadku podkielkowania sadzeniaków takich zależności nie stwierdzono. Oznacza to, że wcześniejsze podkielkowanie, niezależnie od odporności odmiany na PVY, nie miało praktycznego znaczenia w ochronie przed tym wirusem. Jednakże obserwowane w niektórych latach tendencje mogłyby wskazywać na miejscami nieznacznie większy, jakkolwiek nie istotny statystycznie, wpływ tego zabiegu u odmian o niskiej odporności na PVY (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ podkielkowania sadzeniaków na procent porażonych bulw PVY w latach 2000–2002
Influence of pre-sprouting of seed-potatoes on tuber infection by PVY in the years 2000–2002, in percent

Odmiana Cultivar	Lata badań Years of testing			Średnia Mean
	2000	2001	2002	
Balbina - ¹⁾	1,0	4,9	22,0	5,0
Balbina +	0,8	1,6	23,4	3,4
Mila -	18,4	41,6	76,5	44,6
Mila +	10,1	37,6	74,0	36,6

¹⁾ — Sadzeniaki niepodkielkowane; + sadzeniaki podkielkowane

¹⁾ — Seed-potatoes without pre-sprouting phase; + pre-sprouting seed-potatoes

Systematyczne stosowanie oleju mineralnego w czasie wegetacji przyczyniło się do istotnego ograniczenia porażenia bulw potomnych PVY, niezależnie od roku badań i presji infekcyjnej, przy czym zależności te udowodniono statystycznie jedynie w przypadku odmiany Mila. U odmiany Balbina pomimo występujących tendencji pozytywnego wpływu oleju zależności tych nie potwierdzono statystycznie (tab. 3).

Podobną skutecznością do zastosowania oleju mineralnego w ochronie przed porażeniem bulw PVY zaobserwowano przy wykorzystaniu metod mechanicznego niszczenia naci (rys. 1). W trzyletnich badaniach stwierdzono, że samo zastosowanie wcześniejszego niszczenia naci niezależnie od metody przynosi bardzo wymierne korzyści w postaci wyższej zdrowotności zbieranych bulw.

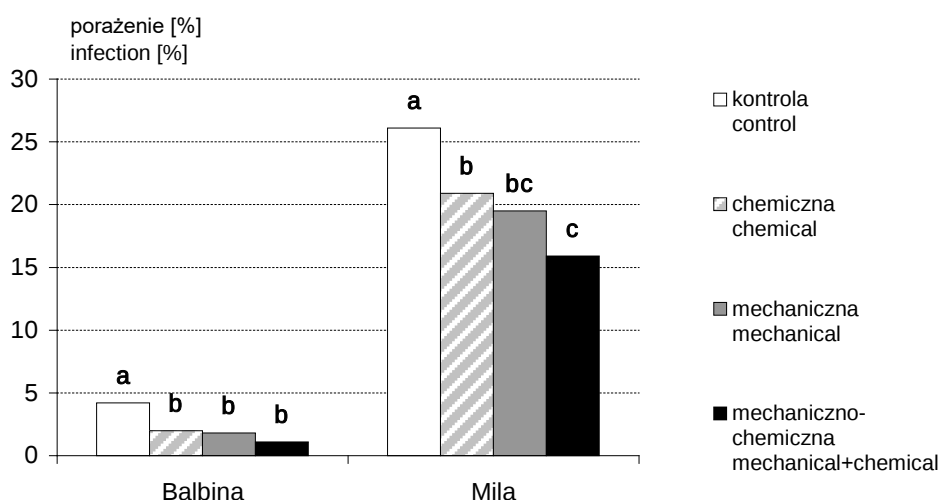
Tabela 3

Wpływ oleju mineralnego na procent porażonych bulw PVY w latach 2000–2002
Influence of mineral oil on tuber infection by PVY in the years 2000–2002, in percent

Odmiana Cultivar	Olej mineralny Mineral oil	Lata badań Years of testing			Średnia Mean
		2000	2001	2002	
Balbina	nie — no	0,5	3,9	10,2	2,8
	tak — yes	0,3	1,4	8,2	1,5
Mila	nie — no	8,9	30,7	64,3	29,9 a
	tak — yes	2,9	17,0	37,1	13,3 b

a, b — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a, b — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)



a, b, c — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a, b, c — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)

Rys. 1. Wpływ metody niszczenia naci na porażenie bulw PVY (średnie z lat 2000–2002)
Fig. 1. Influence of a haulm destruction method on tuber infection by PVY
(means from the years 2000–2002)

Znaczenie tego zabiegu było zdecydowanie większe w sytuacji niższej odporności odmiany na wirus Y. Stwierdzono, że najwyższą skuteczność w ograniczaniu porażenia PVY miała metoda mechaniczno-chemiczna, zdecydowanie korzystniejsza, aniżeli powszechnie stosowana metoda chemiczna. Na uwagę zasługuje metoda mechanicznego niszczenia naci, której skuteczność mieściła się pomiędzy powyższymi metodami, szczególnie w latach o wyższej presji infekcyjnej (tab. 4). Należy przy tym wspomnieć, że wybór metody niszczenia naci miał większe znaczenie w sytuacji niskiej odporności odmiany na PVY. W przypadku odmiany Balbina, bardziej odpornej, pomimo wyraźnych tendencji wyższego ograniczania porażenia przez metodę mechaniczno-chemiczną zależności tych nie potwierdzono statystycznie. W okresie 3-letnich badań mimo

zróżnicowanych warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji nie obserwowano wtórnego odrastania roślin po zniszczeniu naci ocenianymi metodami.

Tabela 4

Wpływ różnych metod niszczenia naci na procent porażonych bulw PVY w latach 2000–2002
Influence of different methods of haulm destruction on tuber infection by PVY, in the years 2000–2002, in percent

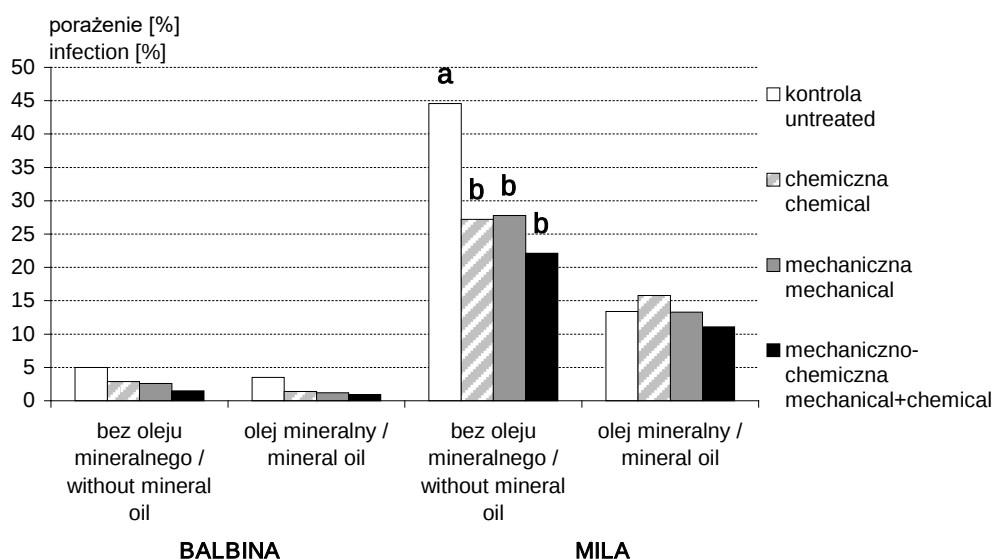
Odmiana Cultivar	Metoda niszczenia naci Methods of haulm destruction	Lata badań Years of testing		
		2000	2001	2002
Balbina	bez niszczenia no treatments	1,0	4,9	22,0
	chemiczna chemical	0,6	4,1	10,2
	mechaniczna mechanical	0,5	3,0	11,3
	mechaniczno-chemiczna mechanical + chemical	0,2	3,6	3,9
Mila	bez niszczenia no treatment	18,4 a	41,6 a	76,5 a
	chemiczna chemical	6,4 b	28,4 ab	65,9 ab
	mechaniczna mechanical	8,0 b	29,9 ab	60,6 b
	mechaniczno-chemiczna mechanical + chemical	6,1 b	24,1 b	52,2 b

a, b — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a, b — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)

W układzie kompleksowym stwierdzono, że wybór metody niszczenia naci ma dużo większe znaczenie w ograniczaniu porażenia PVY w warunkach braku ochrony roślin olejem mineralnym (rys. 2). Natomiast w sytuacji, gdy stosowany był w czasie wegetacji olej mineralny, pomimo zdecydowanie niższego porażenia bulw znaczenie metod niszczenia naci nie było już tak duże. Mimo to zniszczenie naci metodą mechaniczno-chemiczną na obiektach wcześniej chronionych olejem mineralnym ograniczyło porażenie PVY prawie 4-krotnie w wypadku odmiany Mila i aż 5-krotnie (Balbina) w porównaniu z kombinacją kontrolną.

Rozpatrując interakcje wszystkich badanych zabiegów agrotechnicznych, stwierdzono, że najniższym porażeniem PVY charakteryzowały się bulwy pochodzące z kombinacji, w których stosowano sadzeniaki podkiełkowane i olej mineralny, a nać niszczone metodą mechaniczną lub mechaniczno-chemiczną, przy czym najkorzystniejsza była metoda mechaniczno-chemiczna. Ponieważ różnice pomiędzy stosowaniem sadzoniaków podkiełkowanych, a sadzoniakami niepodkiełkowanymi były nieznaczne, przy tym statystycznie nieistotne, za najkorzystniejszy można uznać układ zabiegów bez wcześniejszego podkiełkowania sadzoniaków.



a, b — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie ($p = 0,05$)

a, b — Means marked with the same letters do not differ significantly ($p = 0.05$)

Rys. 2. Wpływ metody niszczenia naci oraz oleju mineralnego na porażenie PVY bulw odmian Balbina i Mila (średnie z lat 2000–2002)

Fig.2. Influence of a haulm destruction method and mineral oil treatment on tuber infection by PVY in cvs Balbina and Mila (means from the years 2000–2002)

DYSKUSJA

Do tej pory w literaturze nie analizowano jednocześnie w jednym doświadczeniu wpływu zabiegu podkielkowania sadzeniaków, stosowania oleju mineralnego oraz różnych metod niszczenia naci na zdrowotność w aspekcie porażenia chorobami wirusowymi bulw potomnych. Właściwa ocena roli tych czynników ma bardzo duże znaczenie praktyczne w nasiennictwie ziemniaka, w szczególności odmian podatnych na PVY, które zaliczane są do grupy odmian tzw. trudnych.

We wszystkich latach badań obserwowano pewien optymalny układ poszczególnych czynników badawczych, którego zastosowanie najbardziej ograniczało porażenie bulw wirusem Y. Odmiana Balbina, odporniejsza na PVY od odmiany Mila, uległa o wiele słabszemu porażeniu, co dodatkowo potwierdza jej wyższą odporność.

Stwierdzono, że zabieg podkielkowania nie przynosi praktycznie żadnych efektów w ograniczaniu porażenia bulw PVY zarówno jako samodzielny zabieg, jak również w interakcji z innymi ocenianymi czynnikami badawczymi. Podobnego zdania byli Gabriel i wsp. (1971), Karalus i Rauber (1996) oraz Karalus (1998), którzy stwierdzili, że podkielkowanie nie wpływa bezpośrednio na porażenie sadzeniaków PVY, natomiast może się czasami przyczynić do niewielkiego wzrostu porażenia PLRV. Być może

znaczenia w tym wypadku nabierają o wiele wcześniejsze loty mszyc niezwiązanych żywicielsko z ziemniakiem, które występują już od początku maja. Mszyce w czasie poszukiwania rośliny żywicielskiej wykonują wiele próbných nakłuć również roślin ziemniaka, przyczyniając się w ten sposób do przenoszenia wirusów. Ma to o tyle znaczenie, że w tym okresie rośliny wyrosłe z sadzeniaków podkiełkowanych, pomimo że są fizjologicznie starsze, ich odporność związana z wiekiem jest jeszcze mała.

Zastosowanie niszczenia naci w połączeniu z ochroną olejem mineralnym miało bardzo duże znaczenie, zarówno u odmiany Balbina, jak i Mila. Na korzystne działanie oleju mineralnego w ograniczaniu porażenia bulw PVY wskazywali wcześniej między innymi Milošević (1996) oraz Turska i Wróbel (1999), w badaniach których średnia skuteczność ochrony była podobna do tej jaką uzyskano w badaniach własnych — ok. 50%. Zastosowanie wcześniejszego niszczenia naci może w znaczny sposób poprawić zdrowotność plonu w aspekcie porażenia bulw wirusami, na co wskazywali wcześniej między innymi Bouman (1996), Turska (1997), Kürzinger (1999). W przeprowadzonych badaniach najkorzystniejszą metodą niszczenia naci okazała się metoda mechaniczno-chemiczna, której zastosowanie ograniczało porażenie bulw PVY od ok. 50% (Mila) do prawie 70% (Balbina) w stosunku do obiektów kontrolnych, co potwierdza wcześniejsze badania autora (Wróbel, 2001). Również w odniesieniu do metody chemicznej różnice w porażeniu były bardzo duże: 40%–65% w zależności od odmiany. Należy przy tym zaznaczyć, że niedoceniane do tej pory mechaniczne niszczenie naci charakteryzowało się skutecznością na poziomie metody chemicznej. Kürzinger (1999) w swoich badaniach stwierdził natomiast, że mechaniczne niszczenie naci nie jest tak skuteczne w ograniczaniu PVY jak metoda chemiczna czy mechaniczno-chemiczna. Analiza interakcji wszystkich badanych zabiegów agrotechnicznych wskazuje na metodę mechaniczno-chemiczną, stosowaną w połączeniu z ochroną olejem mineralnym w czasie wegetacji, jako najkorzystniejszą i polecaną w produkcji nasiennej ziemniaka, w szczególności odmian podatnych na wirus Y. Powyższy układ pozwalał ograniczyć porażenie PVY od 68% do 79% (odmiana Mila) i od 80% do 84% (odmiana Balbina) w zależności od presji infekcyjnej (roku badań). Na podkreślenie zasługuje również metoda mechanicznego niszczenia łęcin, która w tym samym układzie pozostałych zabiegów agrotechnicznych przyczyniła się w niektórych latach do znacznie niższego porażenia bulw PVY niż metoda chemiczna.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań określono najkorzystniejszy układ zabiegów w produkcji nasiennej odmian trudnych w nasiennictwie (podatnych na PVY), który powinien obejmować obligatoryjne cotygodniowe stosowanie zabiegów ochronnych olejem mineralnym w czasie wegetacji, począwszy od momentu uzyskania 75% wschodów na plantacji, oraz wcześniejsze zniszczenie naci metodą mechaniczno-chemiczną. Na uwagę zasługuje również metoda mechaniczna, która zastosowana w powyższym układzie zamiast metody mechaniczno-chemicznej, w niektórych latach znacznie lepiej ograniczała

porażenie bulw PVY niż metoda chemiczna, co ma bardzo duże znaczenie w produkcji ziemniaka metodami ekologicznymi.

LITERATURA

- Boumann A. 1996. Krautabtötung bei Pflanzenkartoffeln: Erfahrungen aus der Niederlanden. Kartoffelbau 47 (6): 241 — 215.
- Gabriel W., Bartoszczuk W., Woźnica W. 1971. Zabiegi agrotechniczne na plantacjach nasiennych ziemniaka w rejonach Polski o większym zagrożeniu chorobami wirusowymi. Biul. Inst. Ziemn. 7: 25 — 55.
- Karalus W. 1998. Einfluss des Vorkeimens auf den Krankheitsbefall im ökologischen Kartoffelbau. Kartoffelbau 5: 196 — 199.
- Karalus W., Rauber R. 1996. Einfluss des Vorkeimens auf den Krankheitsbefall bei Kartoffeln in ökologischen Landbau. Z. Pflanzenkrank. Pflanzenschutz 103 (4): 420 — 431.
- Kürzinger W. 1999. Krautminderung in Kartoffelbeständen. Kartoffelbau 50(6): 224 — 226.
- Milošević D. 1996. Efficacy of oil and insecticides in potato plant protection against infection by potato virus Y and leaf roll virus (PVY and PLRV). Plant Prot. 47 (4), 218: 333 — 342.
- Powell G., Hardie J., Pickett J. A. 1998. The effects of antifeedant compounds and mineral oil on stylet penetration and transmission of potato virus Y by *Myzus persicae* (Sulz.) (*Hom., Aphididae*). J. Appl. Entomol. 122 (6): 331 — 333.
- Schwarzel R. 1998. La date defanage des plants de pommes de terre. Rev. Suisse Agric. 30 (4): 137 — 141.
- Turska E. 1997. Czynniki wpływające na poziom porażenia sadzeń wirusami. W: Produkcja ziemniaków. Technologia — Ekonomia — Marketing. Wyd. 2. Pr. zbior. pod red. J. Chotkowskiego. IHAR Oddz. Bonin: 162 — 166.
- Turska E., Wróbel S. 1999. Ograniczenie szerzenia się wirusa Y ziemniaka (PVY) przy użyciu oleju Sunspray 11 E. Prog. Plant Prot. 39 (2): 841 — 844.
- Wróbel S. 2001. Efekt różnych sposobów niszczenia naci w ograniczaniu porażenia sadzeń ziemniaka wirusem Y. Prog. Plant Prot. 41 (2): 683 — 687.
- Wróbel S. 2004. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych w produkcji nasiennej ziemniaka na porażenie bulw wirusami Y i M. Rozpr. dokt. IHAR ZNiOZ Bonin: 120 s.

KRYSTYNA ZARZYŃSKA
WOJCIECH GOLISZEWSKI

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Rozwój roślin ziemniaka w zależności od systemu produkcji, jakości gleby i odmiany

Development of potato plants depending on crop production system, type of soil and cultivar

W latach 2002–2004 w Zakładzie Agronomii Ziemniaka IHAR w Jadwisinie przeprowadzono badania dotyczące rozwoju 6 odmian ziemniaka uprawianych w 2 systemach produkcji (ekologicznym i integrowanym) na dwóch różnych typach gleb: kompleks żytni bardzo dobry w Osinach i kompleks żytni słaby w Jadwisinie. Stwierdzono istotne zróżnicowanie większości parametrów morfologicznych roślin w zależności od wszystkich badanych czynników. Największy wpływ na rozwój roślin miał system produkcji. Rośliny rosnące w systemie integrowanym charakteryzowały się znacznie lepszymi wskaźnikami rozwoju niż rośliny rosnące w systemie ekologicznym. Kompleks glebowy miał mniejsze znaczenie. Odmianami najbardziej przydatnymi do produkcji ekologicznej pod względem cech morfologicznych okazały się odmiany: Bzura, Bila i Wolfram.

Słowa kluczowe: LAI, odmiana, powierzchnia asymilacyjna, system produkcji, ziemniak

In the years 2002–2004 in IHAR, Potato Agronomy Department, Jadwisin the experiment concerning plant development of 6 potato cultivars was carried out. The cultivars were grown on two types of soil: very good rye complex and weak rye complex, and two crop production systems (organic and integrated) were applied. Significant differences between tested factors in value of all morphological features were found. The greatest influence on plant development had a crop production system. The plants grown in an integrated system were characterized by better indicators than the plants cultivated in an organic system. The effect of soil was relatively small. As regards the morphological features, the cultivars Bzura, Bila and Wolfram appeared to be the most useful genotypes in organic production.

Key words: assimilation area, cultivar, crop production system, LAI, potato

WSTĘP

Światowe trendy w rolnictwie idą w kierunku zwiększenia upraw ekologicznych i integrowanych. Rolnictwo ekologiczne jest tym kierunkiem, w którym Polska może skutecznie konkurować z krajami wysoko rozwiniętymi, a nawet ma szansę stać się jednym z głównych producentów wysokiej jakości żywności na rynki europejskie (Sołtysiak, 1993). Na obecnym etapie, uprawy ekologiczne stanowią wprowadzić niewielki procent

w stosunku do ogólnej powierzchni uprawnej, ale dynamika wzrostu liczby gospodarstw ekologicznych w Polsce jest bardzo wysoka. W strukturze upraw ekologicznych i integrowanych przeważają rośliny ogrodnicze, ale udział upraw rolniczych staje się również znaczący. Jedną z ważniejszych roślin rolniczych uprawianych w tych systemach jest ziemniak. O jego uprawie decydują w głównej mierze takie czynniki jak: zapotrzebowanie rynku, konieczność utrzymania właściwego płodozmianu oraz odchwaszczające działanie tej rośliny. Jednocześnie ziemniak należy do trudnych gatunków, szczególnie w uprawie ekologicznej ze względu na duże zagrożenie ze strony agrofagów. Główne z nich to: chwasty, stonka ziemniaczana i zaraza ziemniaka.

W uprawie ekologicznej bez stosowania nawozów mineralnych i pestycydów (z wyjątkiem dozwolonych do tego typu upraw) zarówno rozwój roślin jak i wielkość plonu bulw są nieco gorsze niż w uprawie konwencjonalnej. Nie bez znaczenia jest również typ gleby, na której rośliny są uprawiane.

Celem pracy było prześledzenie różnic w rozwoju roślin poczynając od występowania poszczególnych faz fenologicznych, po wielkość powierzchni asymilacyjnej i wskaźnika pokrycia gleby — LAI w zależności od systemu produkcji, jakości gleby i właściwości odmianowych.

METODA BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2002–2004 w dwóch miejscowościach: Osiny — woj. lubelskie i Jadwisin — woj. mazowieckie na dwóch różnych typach gleb (Osiny — gleba kompleksu żyniego bardzo dobrego i Jadwisin — gleba kompleksu żyniego słabego w systemie ekologicznym i integrowanym (tylko Osiny).

W każdym z systemów stosowano różne zmianowania oraz technologie produkcji.

Zmianowanie w systemie ekologicznym na glebie mocniejszej:

Osiny: ziemniaki → jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej → koniczyna czerwona z trawami → koniczyna czerwona z trawami → pszenica ozima + bobik + perko jako poplon.

Zmianowanie w systemie ekologicznym na glebie lekkiej w Jadwisinie: ziemniaki → owies + peluszką jako poplon → żyto z wsiewką seradeli → łubin wąskolistny na nasiona → facelia + gorczyca jako poplon.

Zmianowanie w systemie integrowanym: ziemniaki → jęczmień jary → bobik na nasiona → pszenica + perko jako poplon.

W systemie ekologicznym nie stosowano nawozów mineralnych i pestycydów z wyjątkiem dozwolonych preparatów miedziowych przeciwko zarazie ziemniaka i Novodoru oraz Perytryny naturalnej przeciwko stoncy ziemniaczanej. Pod ziemniaki stosowano kompost w dawce 300 dt·ha⁻¹ w Osinach i obornik w dawce 250 dt·ha⁻¹ w Jadwisinie. Zwalczanie chwastów odbywało się w sposób mechaniczny.

W systemie integrowanym stosowano nawożenie N-80 kg·ha⁻¹ oraz P i K równoważące pobranie tych składników w rotacji zmianowania. Kompost w dawce 300 dt·ha⁻¹ wnoszono

tylko pod ziemniaki. Chemiczne zabiegi ochrony roślin stosowano wykorzystując progi szkodliwości roślin.

Badano 6 odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności (Osiny): Bard, — bardzo wczesna, Bila — wczesna, Baszta — średnio wczesna, Wolfram — średnio późna, Wawrzyn — późna, oraz jedną skrobiową — Bzura — późna. W Jadwisinie uprawiano tylko 3 odmiany, tj.: Bard, Baszta i Wawrzyn. Wybrano odmiany o najwyższej odporności na zarazę ziemniaka w poszczególnych grupach wczesności.

Pomiary roślin wykonywano w pełni wegetacji, tj. w przypadku odmian wczesnych w III dekadzie czerwca i w przypadku odmian późniejszych w II dekadzie lipca. Określano następujące parametry jak: wysokość roślin, liczbę łodyg, masę liści, masę łodyg, wielkość powierzchni asymilacyjnej i wskaźnika pokrycia gleby — LAI. Pomiary prowadzono w trzech powtórzeniach. W obliczeniach statystycznych posługiwano się analizą wariancji i regresji.

WYNIKI BADAŃ

I. Istotność zróżnicowania badanych cech

Większość cech roślin zależała w sposób istotny od wszystkich badanych czynników, tj. od systemu produkcji, typu gleby i odmiany. Istotność zróżnicowania podano w tabeli 1.

Tabela 1

Istotność zróżnicowania niektórych cech roślin w zależności od badanych czynników
Statistical differences concerning some plant characters depending on investigated factors

Badany czynnik Investigated factor	Wysokość roślin Height of plant	Liczba łodyg Number of stems	Masa liści Mass of leaves	Masa łodyg Mass of stems	Masa nadziemna Above- ground mass	Powierzchnia asymilacyjna Assimilation area	LAI Leaf area index
System produkcji Crop production system	+	-	++	++	++	++	++
Typ gleby Type of soil	-	-	+	++	++	++	++
Odmiana Cultivar	+	+	+	+	+	+	+
Lata Years	-	-	++	+	+	+	-

+ — Istotne przy $\lambda \leq 0,05$; Significant $\lambda \leq 0,05$

++ — Istotne przy $\lambda \leq 0,01$; Significant $\lambda \leq 0,01$

- Nie istotne; Non significant

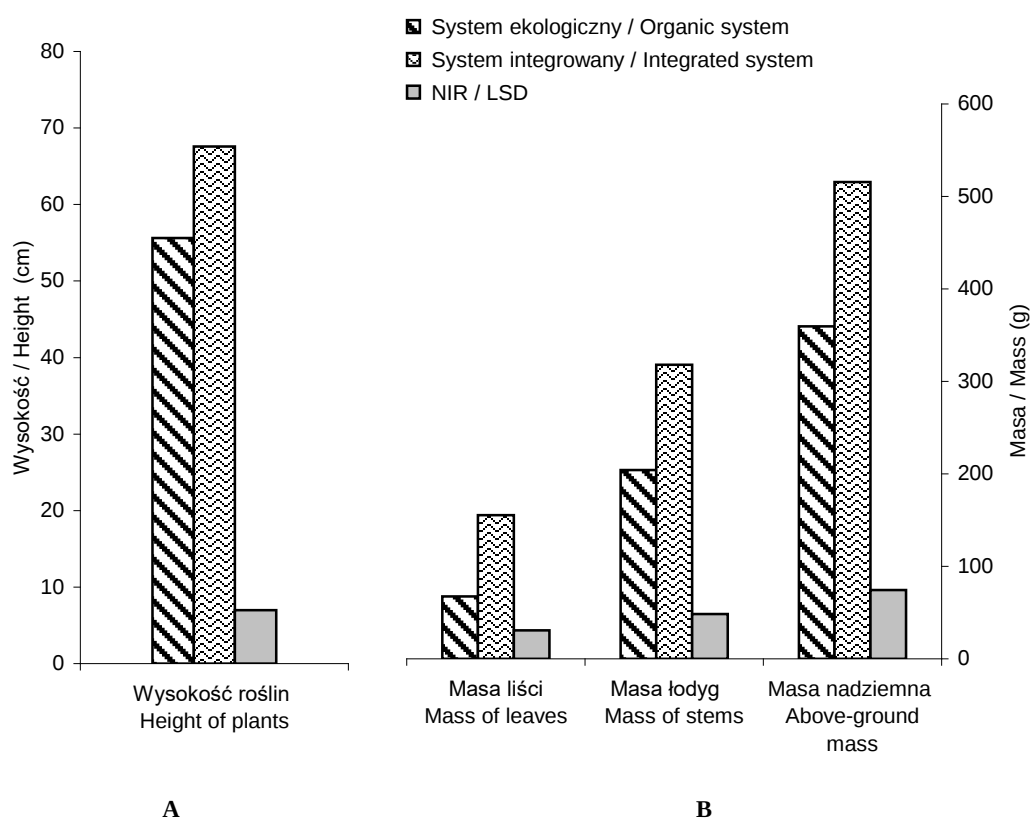
Z danych zawartych w tabeli wynika, że badane czynniki wpłynęły najbardziej na: masę liści, masę łodyg, masę nadziemną roślin oraz powierzchnię asymilacyjną i wskaźnik LAI. Wysokość roślin zależała w sposób istotny tylko od systemu produkcji i właściwości odmianowych. Liczba łodyg w roślinie zależała jedynie od odmiany. Istotność zróżnicowania lat potwierdzono w przypadku: masy liści, masy łodyg, całej masy nadziemnej i powierzchni asymilacyjnej.

II. Zróżnicowanie cech morfologicznych w zależności od systemu produkcji

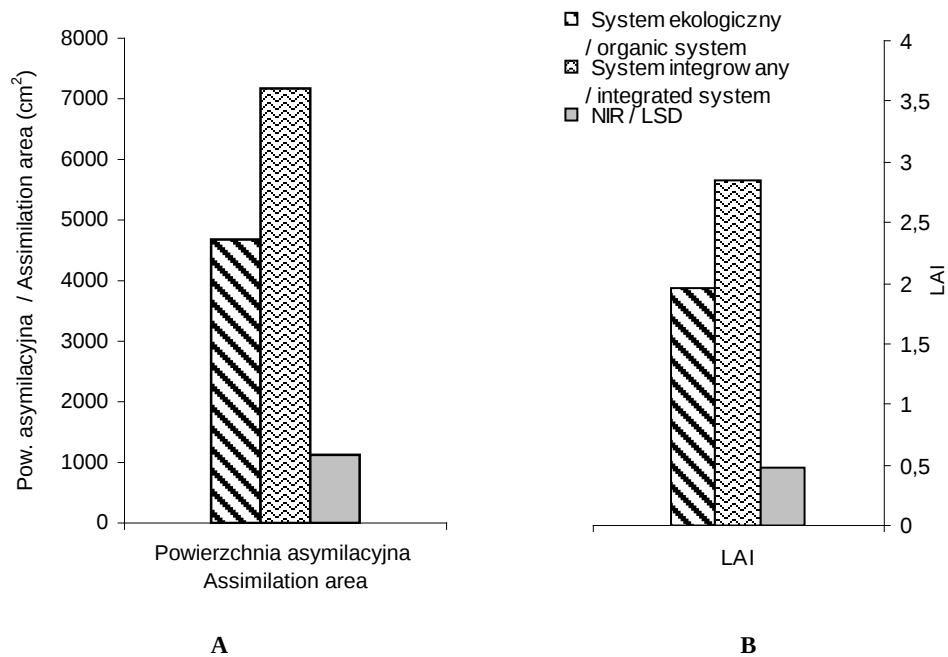
System produkcji (ekologiczny lub integrowany) w sposób istotny decydował o wartości wszystkich cech roślin z wyjątkiem liczby łodyg. Wartości badanych cech były istotnie mniejsze w systemie ekologicznym. Średnio dla odmian różnice na korzyść systemu integrowanego wynosiły:

- wysokość roślin — 12 cm (21,6%),
- masa liści z jednej rośliny — 42,4 g (27,3%),
- masa łodyg z jednej rośliny — 113,8 g (55,8%),
- masa nadziemna — 184,8 g (43,4%),
- powierzchnia asymilacyjna — 2494 cm² (53,3%),
- wskaźnik LAI — 0,89 (45,4%).

Dane dotyczące wartości poszczególnych cech roślin w obu systemach przedstawiono na rysunkach 1 i 2.



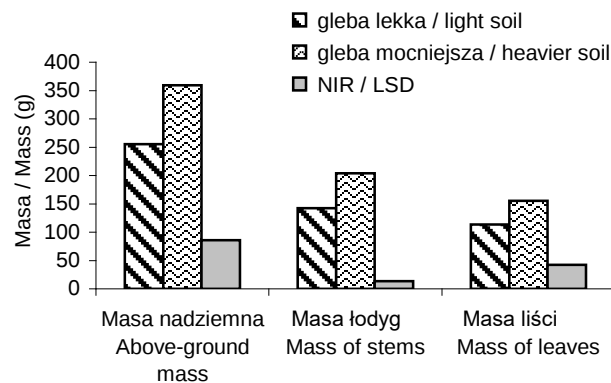
Rys. 1. Niektóre parametry rozwoju roślin w zależności od systemu produkcji (średnio dla 6 odmian)
Fig. 1. Some parameters of plant development depending on crop production system (average for 6 cultivars)



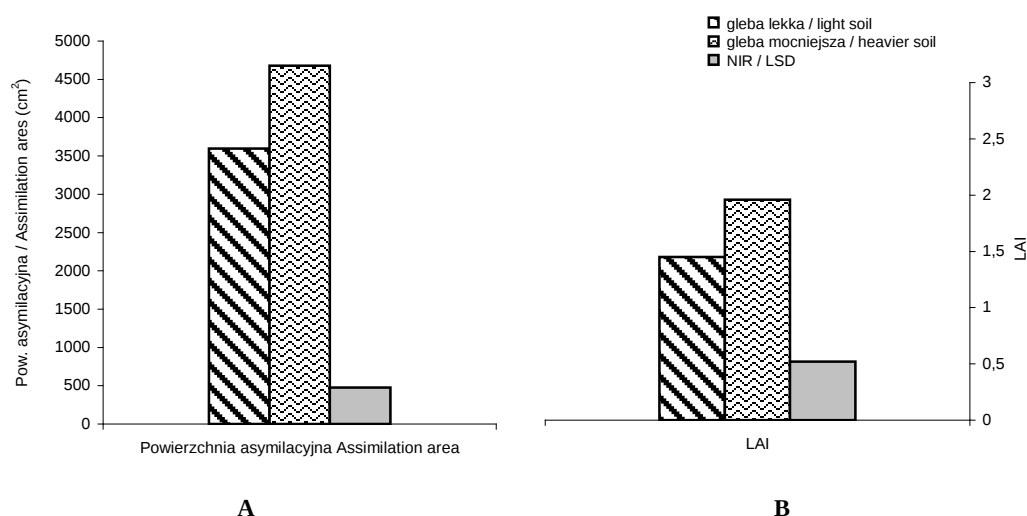
Rys. 2. Wielkość powierzchni asymilacyjnej i wskaźnika LAI w zależności od systemu produkcji
Fig. 2. The value of assimilation area and LAI index depending on crop production system

III. Zróżnicowanie cech morfologicznych roślin w zależności od jakości gleby

Kompleks gleby (żytni słaby lub żytni bardzo dobry) decydował w sposób istotny o wartości wszystkich badanych cech oprócz wysokości roślin i liczby łodyg.



Rys. 3. Niektóre parametry rozwoju roślin w zależności od jakości gleby. (średnio dla 6 odmian) — system ekologiczny
Fig. 3. Some parameters of plant development depending on type of soil (average for 6 cultivars) — organic system



Rys. 4. Wielkość powierzchni asymilacyjnej i wskaźnika LAI w zależności od jakości gleby (średnio dla 6 odmian) — system ekologiczny

Fig. 4. The value of assimilation area and LAI index depending on type of soil (average for 6 cultivars) — organic system

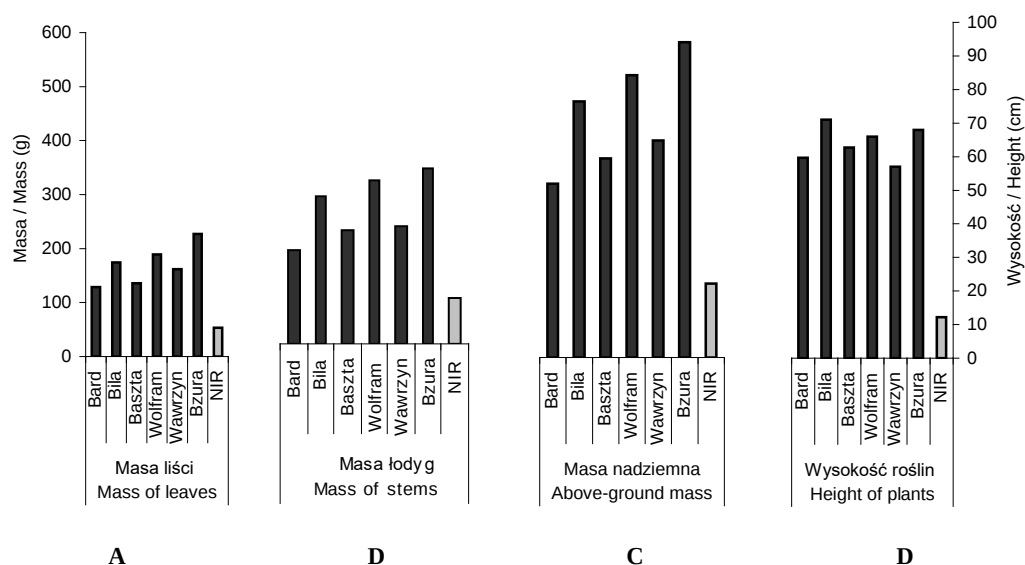
Wartości badanych cech były wyższe na glebie mocniejszej. Średnio dla odmian różnice na korzyść gleby mocniejszej wynosiły:

- masa liści — 42,1 g (37,2%),
- masa łodyg — 62 g (43,6%),
- masa nadziemna — 77,3 g (40,8%),
- powierzchnia asymilacyjna — 1081 cm² (30,0%),
- wskaźnik LAI — 0,51 (24,3%).

Dane szczegółowe przedstawiają rysunki 3 i 4. Jak wynika z przedstawionych danych wpływ systemu produkcji na rozwój roślin był większy niż wpływ kompleksu glebowego.

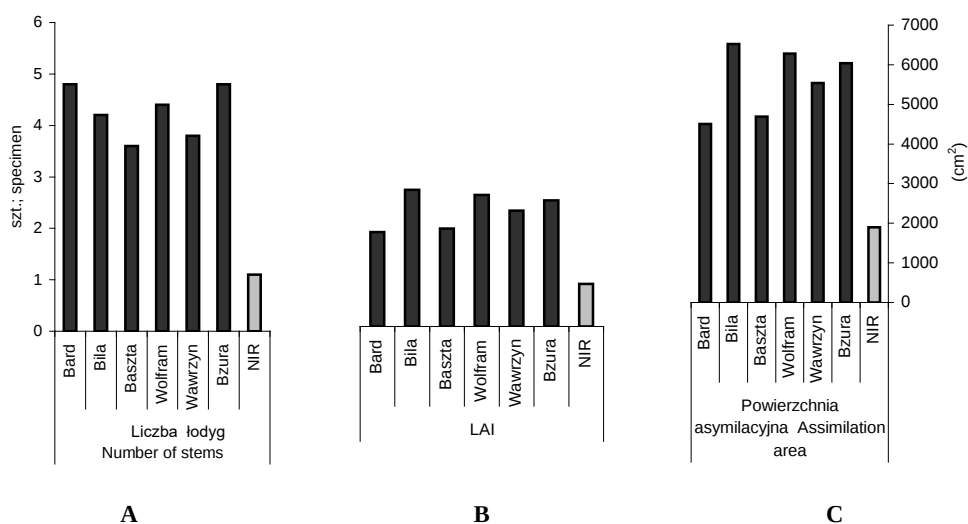
IV. Różnice odmianowe w rozwoju roślin uprawianych w dwóch systemach produkcji na różnych typach gleb

Badane odmiany, niezależnie od systemu produkcji i jakości gleby różniły się w sposób istotny wszystkimi badanymi parametrami charakteryzującymi rozwój roślin. Największą wysokość osiągały odmiany Bila, Bzura i Wolfram. Najniższe były odmiany Wawrzyn i Bard. Największą liczbę łodyg wytwarzały odmiany Bard i Bzura, najmniejszą zaś odmiana Baszta. Odmiana Bzura charakteryzowała się również największą masą liści i łodyg. Na drugim miejscu była odmiana Wolfram. Odmiany te charakteryzowały się również największą powierzchnią asymilacyjną, a co za tym idzie największym wskaźnikiem pokrycia gleby — LAI. Jest to cecha bardzo ważna w produkcji ekologicznej, ponieważ odmiany o dużej masie nadziemnej stanowią większą konkurencję dla chwastów i łatwiej je ograniczyć metodami agrotechnicznymi. Najgorzej pod tym względem wypadły odmiany Bard i Baszta (rys. 5 i 6).



Rys. 5. Różnice odmianowe w rozwoju roślin (średnio dla 2 systemów uprawy i 2 kompleksów glebowych)

Fig. 5. Cultivar differences in plant development (average for 2 crop production systems and 2 types of soil)



Rys. 6. Różnice odmianowe w rozwoju roślin (średnio dla 2 systemów uprawy i 2 kompleksów glebowych)

Fig. 6. Cultivar differences in plant development (average for 2 crop production systems and 2 types of soil)

DYSKUSJA

W literaturze brak jest praktycznie wyników badań dotyczących rozwoju roślin ziemniaka w różnych systemach produkcji. Głównym celem większości badaczy jest zbadanie wpływu tego czynnika na wysokość plonu bulw i jego jakość. Wielu autorów udowadnia, że rośliny uprawiane w systemie ekologicznym wydają o ok. 20%–40% niższe plony niż np. w systemie konwencjonalnym (Kuś, Stalenga, 1998; Sawicka, Kuś 2000; Zarzyńska, Goliszewski, 2002).

Plon roślin, jak wiadomo jest funkcją ich stanu w okresie wegetacji. Rośliny o większej masie nadziemnej i większej powierzchni asymilacyjnej wydają na ogół wyższy plon, chociaż nie jest to prosta zależność. W pracach eksperymentalnych udowodniono, że dla uzyskania maksymalnego plonu bulw potrzebna jest nie maksymalna, lecz optymalna wielkość powierzchni asymilacyjnej (Roztropowicz, Rykaczewska, 1987). Niektórzy autorzy uważają, że zależność między masą naci a plonem bulw lub między LAI a plonem nie jest proporcjonalna, gdyż wielkość LAI rzutuje na zacienienie łąnu, co ogranicza asymilację netto. W rezultacie często bywa tak, że zwiększenie powierzchni asymilacyjnej nie powoduje wzrostu plonu bulw (Allen, 1978).

W naszych badaniach wszystkie wskaźniki rozwoju roślin włącznie z wielkością powierzchni asymilacyjnej i LAI były lepsze w systemie integrowanym i miało to pozytywny wpływ na wysokość plonu, który był wyższy w tym systemie o ok. 27%.

Jakość gleby a rozwój roślin jest szerzej omawiany w literaturze zarówno krajowej jak i zagranicznej. Większość prac potwierdza, że na glebach zwięzlejszych, (ale niezbyt zwięzłych) rośliny ziemniaka rozwijają się lepiej i wytwarzają większą masę nadziemną (Beukema, Van Der Zaag, 1990). Większość prac tego typu koncentruje się jednak, podobnie jak w przypadku systemu uprawy na wpływie tego czynnika na wysokość plonu bulw.

Wiele prac nad ziemniakiem potwierdza różnice w rozwoju i wielkości masy nadziemnej między odmianami (Gójski, 1993; Zarzyńska, 2001). Masa nadziemna odmian wczesnych jest przeważnie mniejsza niż odmian późniejszych, ale jest również zróżnicowana istotnie między odmianami o zbliżonej długości okresu wegetacji (Gmeling-Meyling i Bodlaender, 1981).

W badaniach własnych stwierdzono np. lepsze wskaźniki rozwoju wczesnej odmiany Bila w porównaniu np. z bardzo późną odmianą Wawrzyn. Jedną z cech idealnej odmiany do produkcji ekologicznej jest szybkie tempo początkowego wzrostu rośliny oraz duża masa nadziemna, co obok preferowanej wczesności (odmiany bardzo wczesne i wczesne) stawia tę odmianę wysoko w rankingu odmian polecanych do tego typu produkcji. Z odmian późniejszych odmianą wyróżniającą się cechami morfologicznymi korzystnymi w produkcji ekologicznej okazała się odmiana Wolfram.

WNIOSKI

1. System produkcji, typ gleby i genotyp w sposób istotny różnicowały wartości cech morfologicznych roślin ziemniaka.

2. Spośród 3 badanych czynników największy wpływ na wielkość różnic w rozwoju roślin miał system produkcji, tj. ekologiczny lub integrowany. W systemie integrowanym rośliny osiągały wyższe wartości poszczególnych parametrów.
3. W systemie ekologicznym na glebie lekkiej rośliny charakteryzowały się znacznie gorszymi wskaźnikami rozwoju roślin niż rosnące w tym samym systemie na glebie mocniejszej.
4. Uwzględniając cechy morfologiczne odmian przydatnych do produkcji ekologicznej spośród badanych najbardziej przydatne byłyby odmiany: Bzura, Wolfram i Bila (szybkie tempo wzrostu i najwyższy wskaźnik pokrycia gleby — LAI).

LITERATURA

- Allen E. J. 1978. Plant density. In: Potato crop. Chapman and Hall, London: 278 — 326.
- Beukema H. P. Van Der Zaag D. E. 1990. Crop ecophysiology. In: Introduction to potato production, Pudoc Wageningen: 42 — 60.
- Gmeling Meyling H. D, Bodlaender K. B. A. 1981. Varietal differences in growth development and tuber production of potatoes. Neth. J. Agri. Sci. 29: 113 — 127.
- Gójski B. 1993. Wielkość bulw matecznych i gęstość sadzenia jako czynniki plonotwórcze wczesnych odmian ziemniaka. Praca doktorska. Inst. Ziemn. ONB, Jadwisin.
- Roztropowicz S. Rykaczewska K. 1987. Wpływ stopnia zacienienia roślin w łanie na działanie azotu. Biul. Inst. Ziemn. 35: 35 — 46.
- Sawicka B. Kuś J. 2000. Plon i jakość ziemniaka w zależności od systemu produkcji. Pam. Puł. Materiały konferencji. Zeszyt 120: 379 — 389.
- Sołtysiak W. 1993. Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki EKOLAND, Warszawa, Praca zbiorowa. 179 — 210.
- Zarzyńska K. 2001. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. V. Rozwój części nadziemnej. Biul. IHAR 217: 151 — 168.
- Zarzyńska K., Goliszewski W. 2002. Produkcja ziemniaków w gospodarstwach ekologicznych. Poradnik Producenta Ziemniaka. Jadwisin: 55 — 57.

KAZIMIERZ JABŁOŃSKIZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka skrobiowego

Influence of nitrogen fertilization on yield and tubers quality in new cultivars of starch potato

W latach 2001–2003 w doświadczeniach polowych na glebach średnio zwięzłych określano wpływ nawożenia azotowego na plony i niektóre cechy jakościowe nowych skrobiowych odmian ziemniaka: Neptun, Pasja i Skawa. Najwyższy plon bulw stwierdzono u odmiany Neptun ($48,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a istotnie najniższy u odmiany Pasja ($44,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), natomiast najwyższy plon skrobi u odmiany Skawa ($10,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a najniższy u odmiany Pasja ($8,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Reakcja badanych odmian skrobiowych na nawożenie azotowe była zróżnicowana. Najwyższy plon skrobi u odmiany Neptun stwierdzono przy nawożeniu $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast u odmian Pasja i Skawa przy poziomie nawożenia $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W miarę wzrostu dawek nawożenia N do $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ u odmian Neptun i Skawa wzrastała ilość bulw z objawami pustowości i rdzawej plamistości miąższu. Objawów tych chorób nie stwierdzono u odmiany Pasja niezależnie od poziomu nawożenia N. Odmiana Neptun wykazywała dużą podatność na parcha zwykłego, szczególnie przy wyższym poziomie nawożenia azotem.

Słowa kluczowe: jakość, nawożenie N, odmiany skrobiowe, plony bulw i skrobi, ziemniak

In the years 2001–2003, the effect of nitrate fertilization on yield and some quality features of three new high-starch potato cultivars: Neptun, Pasja and Skawa was evaluated in the field experiments carried out on medium-heavy soil. The highest ($48.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) and the lowest ($44.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) tuber yields were obtained with cv. Neptun and cv. Pasja, respectively. The highest starch content ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) was recorded in cv. Skawa, whereas the lowest one ($8.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) in cv. Pasja. There was no direct correlation between nitrogen fertilization and starch yield in the cultivars under study. In cv. Neptun, the highest starch content was obtained at an N dose of $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, while in cvs Pasja and Skawa at $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. In cvs Neptun and Skawa, the increase in an N dose up to $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ resulted in the increasing number of tubers with hollow centre and rust internal spots. In contrast, no disease effects of increasing N doses were observed with cv. Pasja. The plants of cv. Neptun appeared to be highly susceptible to common scab, especially at higher doses of N fertilization.

Key words: nitrate fertilization, potato, quality, starch cultivars, starch yield, tuber yield

WSTĘP

Określenie poziomu nawożenia mineralnego odmian ziemniaka skrobiowego jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na wysokość plonu bulw i skrobi a tym samym na opłacalność tego kierunku produkcji. Według wielu badaczy dzięki zastosowaniu optymalnego poziomu nawożenia mineralnego przy przeciętnych opadach w okresie wegetacji można uzyskać od 40 do 60% wyższą plonów przypadającą na czynniki agrotechniczne (Baumgärtel, 1995; Jabłoński, 2002). W kształtowaniu się plonów bulw ziemniaka i plonów skrobi podstawowe znaczenie odgrywa nawożenie azotowe. Część azotu ziemniaki pobierają z zasobów glebowych, z przyoranych nawozów organicznych i naturalnych oraz z zastosowanych nawozów mineralnych (Bernat, 2001; Czuba, 1996; Jabłoński, 1998). Do określenia właściwej dawki nawożenia azotowego zapewniającego maksymalny plon bulw przy wysokiej zawartości skrobi należy uwzględnić jakość i odczyn gleby, wartość przedplonów, ilość opadów (rys. 1) i możliwość nawadniania, dawkę i termin zastosowania nawozów organicznych i naturalnych oraz intensywność ochrony przed agrofagami (Jabłoński, 1998; Kaczorek i Wierzejska-Bujakowska, 1998).

Reakcja odmian ziemniaka na nawożenie azotowe jest dość zróżnicowana. Zbyt wysokie dawki nawożenia azotowego mogą powodować obniżkę plonu i zawartości skrobi w bulwach pogorszyć jakość bulw oraz zwiększyć straty w okresie przechowywania (Ciećko, 1986; Choroszewski, 1995; Jabłoński, 2002).

Doświadczenia wykazały, że względnie umiarkowane dawki nawożenia azotowego mogą zapewnić maksymalną zawartość skrobi u niektórych odmian. W rejestrze znajdują się także odmiany skrobiowe o wysokiej odporności na zarazę ziemniaka, które nie reagują obniżeniem procentowej zawartości skrobi na wzrastające dawki nawożenia azotem, a najwyższy plon skrobi uzyskują przy dawce gdzie osiągają najwyższy plon bulw (Jabłoński, 2002). Określenie optymalnych dawek nawożenia azotem dla nowych odmian skrobiowych ma duże znaczenie ekonomiczne i decyduje o opłacalności produkcji ziemniaków przemysłowych (Rembeza, 2002).

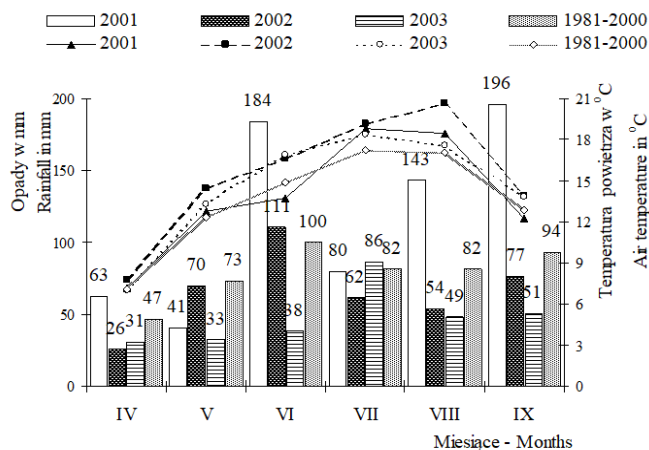
Obniżenie kosztów nawożenia można uzyskać dzięki zastosowaniu rzędowego wysiewu nawozów bezpośrednio do redlin podczas sadzenia sadzarką lub dolistnego nawożenia w okresie wegetacji roztworem mocznika lub nawozami mikroelementowymi. Doświadczenia wykazały, że rzędowy wysiew nawozów azotowych oraz dolistne nawożenie roztworem mocznika i wieloma nawozami mikroelementowymi nie tylko zwiększa plon bulw, lecz także zawartość skrobi i plon skrobi (Jabłoński, 1998; Trawczyński, 2001).

Celem pracy było określenie optymalnych dawek nawożenia azotowego dla nowych odmian skrobiowych Neptun, Pasja i Skawa zarejestrowanych latach 1996–1998 umożliwiających uzyskanie najwyższych plonów skrobi z hektara dobrej jakości.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie w latach 2001–2003 metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach:

- podblokami I rzędu były nowe odmiany skrobiowe: Neptun, Pasja i Skawa,
- podblokami II rzędu dawki nawożenia azotem: 50, 100, 150 i 200 kg N·ha⁻¹.



Rys. 1. Opady i średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji w latach 2001–2003 i średnie z wielolecia 1981–2000

Fig. 1. Rainfall and mean air temperatures in the vegetation periods in the years 2001–2003 and means for the years 1981–2000

W doświadczeniach zastosowano stały poziom nawożenia fosforowo-potasowego w stosunku P:K jak 1:1,5 w wysokości 100 kg P₂O₅·ha⁻¹ i 150 kg K₂O·ha⁻¹.

Przedplonem pod ziemniaki były zboża ozime. Po zbiorze zboża i słomy wykonano podorywkę i wysiew poplonu gorczyicy w ilości 20 kg·ha⁻¹, który następnie przyorano orką przedzimową. Wczesną wiosną dokonano wysiania nawozy fosforowe i potasowe w formie polifoski PK w dawce 100 kg P₂O₅ i 150 kg K₂O·ha⁻¹, które wymieszano z glebą dwukrotnie agregatem uprawowym na głębokość 12–15 cm. Nawozy azotowe w formie mocznika w dawkach 50 i 100 kg N·ha⁻¹ wysiano na poznakowane pole tuż przed sadzeniem, a uzupełniające dawki do 150 i 200 kg N·ha⁻¹ zastosowano pod ostatnie obsypywanie tuż przed wschodami ziemniaka. Sadzenie ziemniaków przeprowadzono w III dekadzie kwietnia w rozstawie międzyrzędzi 75 cm przy gęstości 30 cm w rzędzie. Do okresu wschodów ziemniaka stosowano pielęgnację mechaniczną obsypnikiem, a w okresie tuż przed wschodami po obsypaniu i uformowaniu właściwych redlin dokonano oprysku herbicydem Topogard 50 WP w dawce 3 l·ha⁻¹. W okresie wegetacji dwukrotnie przeprowadzono zabieg chemicznego zwalczania stonki oraz 4–6 krotnie zwalczanie zarazy ziemniaka zgodnie z potrzebami stosując przemienne różne fungicydy. Zbioru

dokonano po pełni dojrzałości odmian w III dekadzie września. Ocenę pustowatości i rdzawej plamistości miąższu bulw dokonywano na 20 bulwach dużych o średnicy > 50 mm w 4 powtórzeniach. Wyniki dotyczące plonu, zawartości skrobi i jakości bulw opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji i programu statistica 6,0, a różnice porównywano przy pomocy testu Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Badania przeprowadzono na glebach brunatnych średnio zwężonych kompleksu żytniego dobrego charakteryzujących się średnią zasobnością w przyswajalny fosfor i magnez i niską zasobnością w potas o zawartości próchnicy 1,5%–1,7% w warstwie akumulacyjnej i odczynie lekko kwaśnym.

WYNIKI I DYSKUSJA

Najwyższe plony bulw uzyskano u odmiany Neptun a najniżej plonowała odmiana Pasja; natomiast najwyższą zawartość skrobi i plon skrobi stwierdzono u odmiany Skawa.

Tabela 1

Wpływ nawożenia azotem na plon bulw i zawartość skrobi nowych odmian skrobiowych ziemniaka
Influence of N fertilization on tuber yield and starch content of new potato starch cultivars

Odmiana Cultivar	Dawka kg N·ha ⁻¹ N dose kg·ha ⁻¹	Plon t·ha ⁻¹ — Yield t·ha ⁻¹		% skrobi % starch
		bulwy — tubers	skrobia — starch	
Neptun	50	43,8	8,5	19,6
	100	48,6	9,6	19,6
	150	50,9	9,9	19,5
	200	51,1	9,7	19,2
Średnia — Mean		48,6	9,4	19,5
Pasja	50	40,0	7,8	19,5
	100	47,7	9,5	20,0
	150	48,3	9,5	19,7
	200	43,3	8,6	19,8
Średnia — Mean		44,8	8,9	19,8
Skawa	50	44,7	10,1	22,7
	100	50,0	10,8	21,6
	150	47,2	9,9	21,0
	200	42,0	9,1	21,8
Średnia — Mean		45,9	10,0	21,8
NIR _{p=0,05} — LSD _{p=0,05}				
odmiany — cultivars		3,6	0,7	0,6
odmiany × dawki — cultivars × doses		2,1	0,3	0,6

Odmiana Neptun do uzyskania najwyższego plonu bulw wymagała nawożenia azotem w dawce 150 kg N·ha⁻¹, a odmiana Pasja i Skawa wymagała dawki 100 kg N·ha⁻¹. Najwyższą zawartość skrobi odmiana Skawa uzyskała przy poziomie nawożenia 50 kg N·ha⁻¹. Nie stwierdzono istotnego wpływu zróżnicowanego nawożenia N na zawartość skrobi u odmiany Neptun i Pasja. Natomiast najwyższy plon skrobi osiągnęła odmiana Neptun podobnie jak w przypadku plonu bulw przy poziomie nawożenia 150 kg N·ha⁻¹, a odmiana Pasja i Skawa przy 100 kg N·ha⁻¹ (tab. 1). Wyraźnie zróżnicowaną reakcję odmian w różnych warunkach glebowych na nawożenie azotowe stwierdzono także

w doświadczeniach wielu autorów (Kaczorek, Wierzejska-Bujakowska, 1998; Trawczyński, 2001; Jabłoński, 2002).

Stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian skrobiowych na porażenie bulw parchem zwykłym; najbardziej podatną na tą chorobę była odmiana Neptun (12,4%), a najbardziej odporną odmiana Pasja (3,2%). Najwyższy udział bulw porażonych parchem zwykłym stwierdzono u odmiany Neptun przy nawożeniu dawką 150 kg N·ha⁻¹, natomiast u odmiany Skawa przy nawożeniu 200 kg N·ha⁻¹ (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ poziomu nawożenia azotowego na porażenie bulw parchem zwykłym nowych odmian skrobiowych ziemniaka

Influence of N fertilization on tuber infection by common scab in new potato starch cultivars

Dawka kg N·ha ⁻¹ Doses kg N·ha ⁻¹	Odmiany — ocena w % wagowych; Cultivars — percentage by weight			Średnia dla dawek N Mean for N doses
	Neptun	Pasja	Skawa	
50	11,7	4,1	1,8	5,9
100	11,8	2,9	5,6	6,8
150	18,7	2,7	4,1	8,6
200	7,3	3,3	7,5	6,0
Średnia — Mean	12,4	3,2	4,7	—
NIR _{p = 0,0} — LSD _{p = 0,05}				
odmiany × dawki — cultivars × doses		9,1		
dla dawek N — for N doses		2,7		
dla odmian — for cultivars		6,3		

Tabela 3

Wpływ poziomu nawożenia azotowego na występowanie objawów pustowatości dużych bulw nowych odmian skrobiowych ziemniaka

Influence of N fertilization on the occurrence of hollow-tuber disease in new potato starch cultivars

Dawka kg N·ha ⁻¹ N dose kg·ha ⁻¹	Odmiany — ocena w % wagowych Cultivars — percentage by weight			Średnia dla dawek N Mean for N doses
	Neptun	Pasja	Skawa	
50	11,8	0,0	12,7	8,2
100	14,3	0,0	15,6	10,0
150	17,0	0,0	29,6	15,5
200	19,0	0,0	27,1	15,4
Średnia — Mean	15,5	0,0	21,2	—
NIR _{p = 0,0} — LSD _{p = 0,05}				
odmiany × dawki — cultivars × doses		4,1		
dla dawek N — for N doses		1,7		
dla odmian — for cultivars		6,8		

Wielu autorów (Choroszewski, 1995; Jabłoński, 1997; Trawczyński, 2001) wymieniając czynniki stymulujące rozwój parcha zwykłego podają, że poza genetyczną odpornością odmian dużą rolę odgrywają fizyczne właściwości gleby, a szczególnie wilgotność gleby w okresie tuberyzacji i kwasowość gleby zmieniająca się w wyniku nawożenia mineralnego i wapnowania.

Nie stwierdzono objawów pustowatości i rdzawej plamistości miąższu bulw dużych u odmiany Pasja niezależnie od dawki nawożenia azotem. Natomiast u odmiany Neptun,

szczególnie przy dawkach nawożenia 150 i 200 kg N·ha⁻¹ pustowatość wystąpiła w dużym nasileniu (ponad 15%), a u odmiany Skawa bardzo dużym nasileniu (ponad 25%) (tab. 3).

Bardzo dużą skłonność do rdzawej plamistości miąższu wykazywała odmiana Neptun i Skawa, szczególnie przy poziomie nawożenia 100 i 150 kg N·ha⁻¹(tab. 4).

Tabela 4

Wpływ poziomu nawożenia azotowego na występowanie objawów rdzawej plamistości miąższu bulw nowych odmian skrobiowych ziemniaka
Influence of N fertilization on the occurrence of rust internal spots in tubers of new potato starch cultivars

Dawka kg N·ha ⁻¹ N dose kg·ha ⁻¹	Odmiany — ocena w % wagowych Cultivars — percentage by weight			Średnia dla dawek N Mean for N doses
	Neptun	Pasja	Skawa	
50	12,7	0,0	20,9	11,2
100	29,8	0,0	20,2	16,7
150	23,7	0,0	32,9	18,9
200	15,0	0,0	23,2	12,7
Średnia — Mean	20,3	0,0	24,3	
NIR _{p = 0,0} — LSD _{p = 0,05}				
odmiany × dawki — cultivars × doses		8,0		
dla dawek N — for N doses		3,2		
dla odmian — for cultivars		11,8		

Tabela 5

Wpływ poziomu nawożenia azotowego nowych odmian skrobiowych ziemniaka na ubytki w okresie przechowywania
Influence of N fertilization on storage losses in new potato starch cultivars

Odmiana Cultivar	Dawka kg N·ha ⁻¹ N doses kg·ha ⁻¹	Ubytki w okresie przechowywania (%): Natural losses during storage (%):			
		parowaniem evaporation	gniciem rotting	kiełkowaniem germination	razem total
Neptun	50	10,8	0,7	0,2	11,6
	100	9,9	0,9	0,0	10,7
	150	12,7	2,2	0,0	14,9
	200	10,7	1,8	0,0	12,4
Pasja	50	11,1	4,5	0,0	15,5
	100	8,2	3,7	0,1	12,0
	150	11,9	4,6	0,0	16,5
	200	10,3	3,1	0,1	13,4
Skawa	50	11,0	4,1	0,1	15,2
	100	9,7	2,2	0,1	12,0
	150	11,5	3,6	0,1	15,1
	200	12,7	3,8	0,3	16,8
NIR _{p = 0,05} — LSD _{p = 0,05}		1,2	0,3	n.i.	1,5
Neptun		11,0	1,4	0,0	12,4
Pasja		10,4	4,0	0,0	14,4
Skawa		11,3	3,4	0,1	14,8
NIR _{p = 0,05} — LSD _{p = 0,05}		n.i.	0,3	n.i.	1,5

n.i. — Różnica nieistotna; Not significant differences

Najmniejsze ubytki w okresie 6-miesięcznego przechowywania w przechowalni wykazywała odmiana Neptun (12,4%), a największe odmiana Skawa (14,8%). W miarę wzrostu dawki

nawożenia N do 150 kg N·ha⁻¹ wzrastały ubytki w okresie przechowywania u odmiany Neptun i Pasja, natomiast u odmiany Skawa do poziomu nawożenia 200 kg N·ha⁻¹ (tab. 5).

WNIOSKI

1. Najwyższy plon bulw odmiana Neptun uzyskala przy nawożeniu 150 kg N·ha⁻¹, odmiana Pasja i Skawa przy dawce 100 kg N·ha⁻¹. Natomiast najwyższy plon skrobi stwierdzono u odmiany Skawa i Pasja przy dawce 100 kg N·ha⁻¹, a u odmiany Neptun przy dawce 150 kg N·ha⁻¹. Wzrost dawki nawożenia N zmniejszał zawartość skrobi w bulwach tylko u odmiany Skawa.
2. Wzrost dawki nawożenia azotem w małym stopniu wpływał na porażenie bulw parchem zwykłym z wyjątkiem odmiany Neptun, gdzie stwierdzono wyraźny wzrost porażenia przy dawce 150 kg N·ha⁻¹.
3. Nie stwierdzono objawów pustowatości bulw u odmiany Pasja, natomiast u odmiany Neptun i Skawa ilość bulw z objawami pustowatości wynosiła ponad 15%. W miarę wzrostu dawki nawożenia N zwiększała się ilość bulw porażonych pustowatością.
4. Odmiana Pasja nie wykazywała objawów rdzawej plamistości miąższu. Dużą skłonnością do występowania tej wady charakteryzowała się odmiana Skawa i Neptun. Największy udział bulw z tą wadą stwierdzono przy poziomie nawożenia 100 i 150 kg N·ha⁻¹.

LITERATURA

- Baumgärtel G. 1995. Stückstoffendungen zur Kartoffeln. Kartoffelbau 1/2: 30 — 33.
- Bernat E. 2001. Optymalne nawożenie azotem nowych odmian skrobiowych ziemniaków na glebach średnio żwizłych. Ziem. Pol. 1: 9 — 13.
- Choroszewski P. 1994. Praktyczne zalecenia ochrony ziemniaka. Inst. Ziemniaka, Bonin.
- Czuba R. 1986. Nawożenie. PWRiL, Warszawa.
- Jabłoński K. 1998. Nawożenie ziemniaków. Wydaw. Fundacja "Rozwój SGGW".
- Jabłoński K. 2002. Agrotechnika i mechanizacja produkcji ziemniaków skrobiowych. Praca zbiorowa. Ekonomika i technologia produkcji ziemniaków skrobiowych. Wydaw. Wieś Jutra: 97 — 111.
- Kaczorek S., Wierzejska-Bujakowska A. 1988. Wymagania nawozowe 32 odmian ziemniaka. Ziemniak 45 — 59.
- Rembeza J. 2002. Czynniki kształtujące opłacalność produkcji ziemniaków skrobiowych. Praca zbiorowa. Ekonomika i technologia produkcji ziemniaków skrobiowych. Wydaw. Wieś Jutra: 54 — 60.
- Trawczyński C. 2001. Wpływ rzutowego i rzędowego nawożenia mocznikiem na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw. Biul. IHAR 220: 221 — 226.

ZDZISŁAW CIEĆKO¹**ILONA ROGOZIŃSKA**²**ANDRZEJ C. ŻOŁNOWSKI**¹**MIROSLAW WYSZKOWSKI**¹¹ Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie² Zakład Przechowywania i Przetwórstwa Produktów Roślinnych
Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Oddziaływanie nawożenia potasem przy zróżnicowanych dawkach N i P na cechy kulinarne bulw ziemniaka

The influence of potassium fertilization, at different N and P levels, on the culinary features of potato tubers

Celem badań było określenie wpływu nawożenia potasem przy trzech poziomach nawożenia NP: N₄₀P₁₇, N₈₀P₃₄, N₁₂₀P₅₁ na cechy kulinarne bulw ziemniaka odmian Muza, Oda i Orłan. Dawki potasu zwiększano proporcjonalnie do N i P w stosunku równym: 0, 1, 2 i 3. Ocenianymi cechami były: barwa, smak, zapach, tendencja do rozgotowywania, konsystencja, mączystość, wilgotność i struktura bulw ugotowanych oraz ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. Najkorzystniejszą ocenę uzyskała odmiana Muza. W czterostopniowej skali (4 — najgorszy) smak bulw tej odmiany oceniono na 2,0; zapach na 1,2; konsystencję na 1,9; mączystość — 1,7 i wilgotność — 1,9. Odmiana Muza charakteryzowała się niską tendencją do rozgotowywania (1,4). Ciemnienie miąższu bulw surowych tej odmiany w 9-stopniowej skali wyniosło 8,7 — po 10 min. od przekrojenia i 8,2 po 1 h, a bulw ugotowanych 8,8 po 10 min. i 8,3 po 24 h. Niżej oceniono odmianę Oda. Wszystkie cechy bulw tej odmiany były o ok. 0,4 gorsze. Najniższą ocenę uzyskały bulwy odmiany Orłan. Bulwy tej odmiany jedynie w przypadku smaku w niewielkim stopniu przewyższały odmianę Oda. Zastosowane nawożenie NP nie miało decydującego wpływu na większość cech kulinarnych badanych bulw. Wzrastające dawki NP poprawiły smak bulw i wilgotność miąższu, a obniżyły ciemnienie miąższu bulw surowych po 4 h. Wzrastające dawki potasu poprawiły konsystencję miąższu, mączystość oraz zmniejszyły tendencję do rozgotowywania.

Słowa kluczowe: culinary features, mineral fertilization, potassium, *Solanum tuberosum* L., potato

The aim of the presented investigation was to evaluate the influence of potassium fertilization on the culinary features of potato tubers. The field trial involved three potato varieties: Muza, Oda and Orłan, which were cultivated on the three mineral fertilization levels: N₄₀P₁₇, N₈₀P₃₄, N₁₂₀P₅₁. Potassium rates were applied proportionally to N and P in the quantitative relation: 0, 1, 2, 3. The following culinary features were evaluated: color, taste, flavor, tubers performance during boiling, flesh consistency, flesh mealiness, flesh moisture, flesh structure, and raw flesh and post cooking flesh

darkening. The Muza variety was characterized by the best estimated parameters. At the 4 degree scale (4 — the worst), the taste of boiled tubers was graded as 2.0; flavor 1.2; consistency 1.9; mealiness 1.7 and flesh moisture 1.9. The Muza variety showed a high tuber performance during boiling. The darkening of raw tuber flesh, estimated on 9 degree scale was measured as 8.7 after 10 minutes and 8.2 after 4 hours, and for boiled tubers as 8.8 after 10 minutes and 8.3 after 24 hours. The Oda variety features were a bit worse (all features were scored approximately 0.4° lower) than the Muza variety. The lowest estimated variety was Orłan. Only the taste of this variety was a little better than for the Oda tubers. NP fertilization had no vital influence on most of the estimated features. Increased doses of NP improved taste, moisture, and decreased raw flesh tubers darkening after 4 hours. Increased doses of potassium improved flesh consistency, mealiness and improved tubers performance during boiling.

Key words: cechy kulinarne, nawożenie mineralne, potas, *Solanum tuberosum* L., ziemniak

WSTĘP

Wśród produktów znajdujących się w codziennej diecie człowieka ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) jest tą rośliną, która oprócz znacznych ilości węglowodanów i wartościowego białka dostarcza dużych ilości składników mineralnych, a szczególnie potasu. Z porównania Jensena (2003) wynika, że ziemniak gotowany zawiera około 5,4 g K·kg⁻¹ św.m., natomiast surowe brokuły oraz marchew tylko około 3,2 g K·kg⁻¹ św.m. W badaniach Mercika i Stępnia (2001) zawartość potasu w bulwach ziemniaka tradycyjnie nawożonego wynosiła około 24,0–26,0 g K·kg⁻¹ sm., a w zbożach ilość ta wahała się od 11,5–16,3 g K·kg⁻¹ s.m. Tak wysoka zawartość potasu w bulwach wskazuje na duże zapotrzebowanie ziemniaka na ten składnik.

Wielkość dawki nawozów, termin stosowania oraz sposób aplikacji składników ma zasadniczy wpływ na wielkość plonu i jego jakość (Gronowicz i Mozolewski, 1999). O jakości plonów decydują przede wszystkim zastosowane nawozy azotowe, niemniej jednak w uprawie ziemniaka jadalnego, nawozy potasowe nie są obojętne wobec szeregu jego cech jakościowych (Rogozińska i Jaworski, 2004). Potas, co prawda, jako składnik nawozowy daje mniejsze zwwyżki plonów w stosunku do azotu, ale uzyskany plon charakteryzuje się lepszymi parametrami pod względem jakości bulw (Ciećko i in., 1993).

Tak więc odpowiednie zbilansowanie dawek nawozów, w tym przede wszystkim ilości wnoszonego azotu i potasu mają decydujący wpływ na wielkość plonu, skrobiowość bulw, zawartość witaminy C, białka itp. Oprócz tych elementów w ocenie jakości ziemniaka zwraca się uwagę na tzw. cechy kulinarne bulw, które w pierwszym rzędzie są odczuwane przez konsumenta.

W latach 1998–2000 podjęto badania, które miały na celu określenie wpływu nawożenia potasem przy zróżnicowanym nawożeniu azotowo-fosforowym na wybrane cechy kulinarne bulw ziemniaka odmian Muza, Oda i Orłan.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe, ściśle przeprowadzono w latach 1998–2000 na polu Stacji Doświadczalnej w Tomaszku należącej do UWM w Olsztynie. Gleba odpowiadała klasie IV a, charakteryzowała się niską zasobnością w fosfor, potas i magnez. Odczyn gleby (pH) mierzony w H₂O wynosił 6,5. Doświadczenie założono metodą losowanych

podbloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia uwzględniał dwa czynniki. Czynniki I rzędu obejmował trzy poziomy nawożenia NP. W obrębie każdego poziomu zastosowano proporcjonalnie do N i P wzrastające dawki potasu w stosunku równym 0, 1, 2 i 3. Rzeczywiste dawki przedstawiały się następująco:

- poziom I - $N_{40}P_{17}$ dawki potasu K_0 , K_{33} , K_{66} , K_{99}
- poziom II - $N_{80}P_{34}$ dawki potasu K_0 , K_{66} , K_{132} , K_{198}
- poziom III - $N_{120}P_{51}$ dawki potasu K_0 , K_{99} , K_{198} , K_{297}

Czynnikami II rzędu były odmiany ziemniaka: Muza, Oda i Orlan.

Ziemniaki uprawiano po pszenżycie ozimym na oborniku, który stosowano jesienią w dawce $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Bulwy sadzono w rozstawie rzędów $62,5 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$. Wiosną przed sadzeniem wysiewano nawozy mineralne: superfosfat potrójny 46%, sól potasową 57% oraz połowę dawki azotu w formie mocznika 46%. Drugą dawkę azotu stosowano po wschodach, zgodnie ze schematem doświadczenia. Powierzchnia poletka brutto wynosiła $12,15 \text{ m}^2$, a do zbioru $6,48 \text{ m}^2$.

Podczas zbioru z każdego obiektu pobrano 10 kg bulw w celu dokonania oceny cech kulinarnych. W próbach wydzielono frakcje $<3,5 \text{ cm}$, $3,5\text{--}6 \text{ cm}$ i $>6 \text{ cm}$, a ocenę wykonano w odniesieniu do bulw frakcji średniej, tj. $3,5\text{--}6 \text{ cm}$. W bulwach tych po ugotowaniu określano w skali 4 stopniowej (Lugt, 1961): smak, zapach, tendencję do rozgotowywania, konsystencję, mączystość, wilgotność i strukturę miąższu, przy czym 1 stopień oznaczał ziemniaki o bardzo dobrej jakości, a 4 o złej. Barwę określono w skali 6-stopniowej, w której 1 stopień oznaczał białą barwę miąższu, a 6 – barwę ciemno-żółtą. W skali 9-stopniowej określono ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych. W przypadku ciemnienia 9 stopień oznaczał bulwy nieciemniejące, a 1 stopień intensywnie ciemniejące. Ocenę właściwości sensorycznych badanych bulw dokonał zespół w składzie 5 osób przebadanych pod względem przydatności sensorycznej zgodnie z PN-ISO 8586 (PN, 1996 a, 1996 b). Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie testem ANOVA uwzględniając poziom istotności $\alpha = 0,05$ z wykorzystaniem modułu do obliczeń statystycznych Statistica v. 6.0 (StatSoft, 2001). Współzależność pomiędzy zastosowanym nawożeniem a badanymi cechami wyznaczono za pomocą współczynnika korelacji prostej programem Microsoft Excel 2000 (Microsoft, 2000).

WYNIKI I DYSKUSJA

Cechy bulw określające jakość ziemniaka jadalnego są znacznie zróżnicowane, przy czym oprócz zmienności genetycznej wyraźnie widoczny jest tu wpływ czynników środowiska (gleby, nawożenia, klimatu i warunków przechowalniczych). Jedną z cech, na którą wydawałoby się, czynniki zewnętrzne rzutują w najmniejszym stopniu jest barwa miąższu bulw (Teodorczyk, 1982). Może ona być biała, kremowa lub żółta z gamą odcieni pośrednich, a uzależniona jest od zawartych w miąższu flawonów i karotenoidów (Leszczyński, 1994). Barwa miąższu analizowanych odmian bonitowana w 6-stopniowej skali była zbliżona do jasnożółtej (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ nawożenia mineralnego na wybrane cechy kulinarne bulw ziemniaka
The influence of mineral fertilization on the potato tubers culinary features

Nawożenie Fertilization	Barwa Colour			Smak Taste			Zapach Flavour			Konsystencja miąższu Flesh consistency		
	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	4,2	4,2	4,2	2,0	2,5	2,3	1,5	1,5	1,7	2,2	2,2	2,7
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	4,3	4,2	4,3	2,1	2,2	2,3	1,3	1,5	1,7	1,8	2,2	2,8
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	4,5	4,0	4,0	1,7	2,5	2,2	1,2	1,3	1,7	1,7	2,3	2,5
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	4,5	4,2	3,8	2,0	2,5	2,5	1,0	1,8	1,5	1,5	1,8	2,8
$\bar{x}$	4,4	4,1	4,1	1,9	2,4	2,3	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,7
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	4,3	4,3	4,3	1,8	2,5	2,5	1,2	1,3	1,8	2,2	2,2	2,7
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	4,3	4,0	4,5	2,0	3,0	2,2	1,2	1,2	1,8	1,8	2,0	2,5
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	4,3	4,0	4,0	2,0	2,2	2,0	1,2	1,7	1,7	2,0	2,0	2,8
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	4,3	4,2	4,0	2,0	2,7	2,5	1,0	1,8	1,8	2,0	1,8	2,3
$\bar{x}$	4,3	4,1	4,2	2,0	2,6	2,3	1,1	1,5	1,8	2,0	2,0	2,6
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	4,3	4,2	3,7	1,8	2,5	2,5	1,0	1,5	1,8	1,5	1,8	2,2
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	4,3	4,2	3,8	2,0	2,3	2,3	1,0	1,7	1,7	1,5	2,5	2,3
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	4,3	4,0	4,2	2,2	2,3	2,8	1,5	1,8	1,3	1,8	1,7	1,8
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	4,2	3,8	4,2	2,2	2,5	2,3	1,3	1,8	1,5	2,2	2,0	2,2
$\bar{x}$	4,3	4,0	4,0	2,0	2,4	2,5	1,2	1,7	1,6	1,8	2,0	2,1
NIR $\alpha=0,05$	cz.I: n.s. cz.II: n.s.			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD $\alpha=0,05$	cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.		
	$y = -0,0016x^2 + 0,013x + 4,1931$			$y = 0,0006x^2 + 0,0011x + 2,2257$			$y = 0,0021x^2 - 0,0285x + 1,5375$			$y = -0,0001x^2 - 0,0244x + 2,3114$		
	$R^2 = 0,3858$			$R^2 = 0,138$			$R^2 = 0,3121$			$R^2 = 0,4142$		
Nawożenie Fertilization	Struktura miąższu Flesh structure			Wilgotność miąższu Flesh moisture			Tendencja do rozgotowywania Tuber performance during boiling			Maczystość miąższu Flesh mealiness		
	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	2,0	2,2	2,5	2,0	2,0	2,5	1,7	1,5	2,5	2,0	2,0	2,2
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	2,0	2,3	2,5	2,2	2,0	2,7	1,7	1,7	2,2	1,7	2,2	2,3
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	1,8	1,8	2,7	1,7	1,8	2,2	1,5	2,0	2,8	1,7	2,2	2,7
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	2,2	2,2	2,2	2,0	2,2	2,2	1,2	1,7	2,7	1,5	2,0	2,3
$\bar{x}$	2,0	2,1	2,5	2,0	2,0	2,4	1,5	1,7	2,5	1,7	2,1	2,4
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	2,0	2,5	2,5	2,2	2,2	2,0	1,8	2,2	2,5	2,0	2,2	2,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	1,8	2,0	2,5	1,8	2,3	2,2	1,7	1,3	2,5	1,7	1,7	2,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,0	1,2	2,0	2,7	1,8	2,2	2,0
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	1,8	2,2	2,0	1,7	2,0	2,0	1,3	1,5	1,8	1,7	1,8	1,8
$\bar{x}$	1,9	2,1	2,3	1,9	2,2	2,0	1,5	1,8	2,4	1,8	2,0	2,1
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	1,5	2,2	2,5	1,7	1,8	1,8	1,2	1,5	1,8	1,5	1,8	2,0
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	2,2	2,3	2,7	2,0	2,0	2,0	1,2	1,5	2,3	1,8	1,7	2,5
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	2,0	2,2	2,2	1,8	1,8	1,8	1,2	1,3	1,7	1,7	1,8	1,5
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	1,8	2,3	1,7	1,5	1,8	1,7	1,3	1,5	1,7	1,5	1,8	1,5
$\bar{x}$	1,9	2,3	2,3	1,8	1,9	1,8	1,2	1,5	1,9	1,6	1,8	1,9
NIR $\alpha=0,05$	cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: 0,4* z.II: 0,2*			cz.I: 0,5* cz.II: 0,3**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD $\alpha=0,05$	cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.			cz.I × cz.II: n.s.		
	$y = 0,0013x^2 - 0,0306x + 2,2695$			$y = -0,0019x^2 - 0,0024x + 2,1527$			$y = -0,0048x^2 + 0,0305x + 1,8961$			$y = -0,0025x^2 + 0,005x + 2,0739$		
	$R^2 = 0,1289$			$R^2 = 0,6202$			$R^2 = 0,6448$			$R^2 = 0,6381$		

* Różnice istotne przy $p = 0,05$; Significant differences at $p = 0,05$

** Różnice istotne przy $p = 0,01$; Significant differences at $p = 0,01$

n.s. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Bulwy odmiany Muza były ciemniejsze, oceniono ją na 4,3°, natomiast pozostałe odmiany charakteryzowały się barwą nieco jaśniejszą równą 4,0°. Nawożenie wzrastającymi dawkami NP generalnie nie powodowało istotnych zmian w obrębie tej cechy, natomiast na wzrastające dawki potasu odmiany reagowały odmiennie. W odniesieniu do odmiany Muza potas zastosowany równocześnie z niskimi dawkami N₄₀P₁₇ powodował zmianę barwy w kierunku żółtej, w przypadku średniej dawki nie stwierdzono wpływu potasu na tą cechę, a z najwyższym nawożeniem N₁₂₀P₅₁ rosące dawki potasu przyczyniały się do jaśniejszej barwy miąższu. Podobnie na nawożenie potasem w obiekcie z wysokim nawożeniem N i P reagowała odmiana Oda, natomiast w przypadku odmiany Orłan na tle tego nawożenia wystąpiła tendencja odwrotna.

Smak bulw jest uzależniony przede wszystkim od ich składu chemicznego. Nadmiar cukrów i popiołu pogarsza smak, natomiast wolne aminokwasy i nukleotydy oraz witamina C poprawiają smakowość. Niekorzystnie na tę cechę oddziałuje wysoka zawartość glikoalkaloidów nadając bulwom piekący i gorzki smak (Leszczyński, 1994; Lachman i in., 2001). Dotychczasowe wyniki badań nie pozwalają na jednoznaczne określenie substancji determinujących smak (Teodorczyk, 1982). W prezentowanych badaniach (tab. 1) najlepiej pod względem smaku oceniono bulwy odmiany Muza. Odmiana ta odznaczała się dobrym smakiem (2,0°). Bulwy pozostałych odmian oceniono niżej Orłan (2,4°) i Oda (2,5°). Stwierdzono niewielką tendencję do pogarszania smaku pod wpływem wzrastających dawek NP. W badaniach Mazura i Gawlika (1977) nawożenie azotem w niewielkim stopniu różnicowało smak badanych odmian. Pogarszanie smaku bulw na tle wzrastającego nawożenia azotem autorzy stwierdzili po zastosowaniu mocznika, natomiast działanie innych nawozów azotowych nie było tak silnie powiązane z wielkością dawki azotu. Sugeruje to, że na pogarszanie smaku ziemniaka ma wpływ nie tylko azot jako składnik nawozowy, lecz również forma, w jakiej jest dostarczany roślinom. W obecnych badaniach z trzema odmianami ziemniaka zastosowane nawożenie nie wpływało w jednoznaczny sposób na smak bulw, co jest zgodne z wcześniej prezentowanymi wynikami (Ciećko i in., 1999).

W czasie konsumpcji obok smaku wyróżnia się także zapach, który uzależniony jest od zawartych w bulwach substancji: pirazyn, lotnych związków siarki, estrów, aldehydów i alkoholi (Leszczyński, 1994). U ocenianych odmian cecha ta generalnie nie ulegała zmianom pod wpływem nawożenia azotowo-fosforowego (tab. 1). Dawki potasu w odniesieniu do odmian Muza i Orłan przyczyniały się do niewielkiej poprawy zapachu natomiast u odmiany Oda składnik ten pogarszał tą cechę bulw. Pod względem zapachu odmiany różniły się istotnie, a najlepszą ocenę wykazała odmiana Muza — 1,2 stopnia. Pozostałe odmiany Oda i Orłan uzyskały odpowiednio oceny 1,6 i 1,7 stopnia.

Wśród cech składających się na teksturę ziemniaków ugotowanych (typ użytkowy) w Polsce wyróżniono: konsystencję — odporność na ucisk mechaniczny, strukturę miąższu — ziarnistość, wilgotność — stan powierzchni po przecięciu, tendencję do rozgotowywania i mączystość, czyli tendencję do rozsypywania się. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia wzrastające nawożenie azotowo-fosforowe polepszało konsystencję miąższu bulw badanych odmian, jakkolwiek reakcji tej nie udowodniono statystycznie (tab. 1). Spośród badanych odmian najwyraźniej na nawożenie reagowała

odmiana Orłan. Wzrastające dawki potasu oddziaływały odmiennie na badane w doświadczeniu odmiany. Jedynie u odmiany Muza stwierdzono pewne zależności. W obiektach z niskim nawożeniem azotowo-fosforowym $N_{40}P_{17}$ zastosowany potas powodował poprawę konsystencji. W przypadku obiektów nawożonych $N_{80}P_{34}$ konsystencja miąższu bulw nie wykazywała uzależnienia od dawki potasu, a w warunkach najwyższego nawożenia azotowo-fosforowego $N_{120}P_{51}$ wzrastające dawki potasu powodowały wręcz jej pogorszenie.

Struktura miąższu bulw zależy od składu chemicznego bulw, od wielkości ziaren skrobi oraz od budowy ściany komórkowej i jej składu (Leszczyński, 1994). Cechy te w dużej mierze są warunkowane genetycznie. W prezentowanych badaniach (tab. 1) odmiany różniły się istotnie strukturą miąższu bulw, a najwyższą oceniono ją u odmiany Muza (1,9°). Gorzej pod tym względem wypadły odmiany Oda — 2,2 i Orłan — 2,3 stopnia. Zastosowane w doświadczeniu nawożenie NP i K nie wpłynęło znacząco na tę cechę, natomiast w istotny sposób modyfikowało wilgotność miąższu bulw ugotowanych (tab. 1). W warunkach niskiego nawożenia $N_{40}P_{40}$ najlepszą ocenę pod względem wilgotności uzyskała odmiana Muza — 1,9 stopnia, następnie Oda — 2,0 i Orłan — 2,1 stopnia. Wyższe dawki azotu i fosforu przyczyniły się do zaniku zróżnicowania wilgotności miąższu pomiędzy odmianami. Zastosowane dawki potasu generalnie przyczyniały się do poprawy wilgotności miąższu bulw badanych odmian ziemniaka.

Tendencja do rozgotowywania bulw wiąże się z wysyceniem blaszki środkowej ścian komórkowych substancjami pektynowymi (Leszczyński, 2000). Według Hughesa i wsp. (1975) na wzrost rozgotowywania miąższu w czasie gotowania ma wpływ m.in. koncentracja jonów jedno- i dwuwartościowych w soku komórkowym.

We wcześniej prezentowanych badaniach dotyczących wpływu nawożenia NPK na cechy kulinarne bulw (Ciećko i in., 1999) udowodniono, że nawozy te przyczyniały się do zmniejszenia tendencji bulw do rozgotowywania. W obecnie prezentowanych badaniach stwierdzono wyraźne uzależnienie tych właściwości bulw od odmiany (tab. 1). Tradycyjnie już odmiana Muza charakteryzowała się największą odpornością na rozpadanie podczas gotowania — 1,4°. Niżej pod tym względem oceniono bulwy pozostałych odmian. Wzrastające dawki azotu i fosforu przyczyniały się do zmniejszenia tendencji do rozgotowywania. Z tendencją do rozgotowywania nierozłącznie wiąże się inna cecha — mączystość. W doświadczeniu Varisa (1970) stwierdzono obniżenie mączystości przy nawożeniu ziemniaka chlorkiem potasu, natomiast pod wpływem nawożenia azotem zaznaczyła się tendencja do zwiększenia mączystości bulw. W prezentowanych badaniach uzyskano podobny rezultat. Wzrastające dawki NP również nieznacznie poprawiały mączystość bulw, a wzrastające nawożenie potasem nie miało jednoznacznego wpływu na tę cechę (tab. 1).

Ciemnienie miąższu surowego bulw następuje na skutek utleniania tyrozyny i kwasu chlorogenowego w obecności enzymu oksydazy polifenolowej (Leszczyński, 2000). Jednym z ważniejszych czynników środowiska mających wpływ na intensywność tego procesu jest nawożenie mineralne, a przede wszystkim potasowe (Teodorczyk, 1982). W prezentowanych badaniach odmiany charakteryzowały się bardzo zbliżonym ciemnieniem miąższu bulw surowych (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ nawożenia mineralnego na ciemnienie miąższu bulw ziemniaka
The influence of mineral fertilization on the potato tubers flesh darkening

Nawożenie Fertilization	Ciemnienie miąższu bulw surowych Raw flesh darkening						Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych After cooking flesh darkening					
	po 10 minutach after 10 minutes			po 4 godzinach after 4 hours			po 10 minutach after 10 minutes			po 24 godzinach after 24 hours		
	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan	Muza	Oda	Orłan
N ₄₀ P ₁₇ K ₀	8,7	8,8	8,6	8,0	7,9	8,0	8,6	8,0	8,4	7,8	7,3	8,0
N ₄₀ P ₁₇ K ₃₃	8,7	8,7	8,6	8,3	7,9	7,9	8,6	8,2	8,5	8,1	7,3	7,9
N ₄₀ P ₁₇ K ₆₆	8,7	8,7	8,6	8,3	7,8	8,2	8,7	7,9	8,4	8,2	7,4	8,0
N ₄₀ P ₁₇ K ₉₉	8,9	8,7	8,6	8,3	8,0	8,2	8,8	7,9	8,0	8,2	7,1	7,3
$\bar{x}$	8,8	8,7	8,6	8,2	7,9	8,1	8,7	8,0	8,3	8,1	7,3	7,8
N ₈₀ P ₃₄ K ₀	8,7	8,5	8,5	8,4	7,9	7,4	8,7	8,3	8,0	8,3	7,3	7,2
N ₈₀ P ₃₄ K ₆₆	8,8	8,7	8,8	7,9	7,4	7,9	8,8	8,3	8,1	8,2	7,4	7,0
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₃₂	8,7	8,5	8,7	8,0	7,4	8,0	8,8	8,0	8,0	8,2	7,2	7,3
N ₈₀ P ₃₄ K ₁₉₈	8,7	8,7	8,7	8,3	7,8	7,9	8,9	8,4	7,9	8,5	7,3	7,0
$\bar{x}$	8,7	8,6	8,7	8,2	7,6	7,8	8,8	8,2	8,0	8,3	7,3	7,1
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₀	8,8	8,4	8,5	7,9	7,4	7,7	8,9	8,1	7,9	8,5	8,0	7,0
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₉₉	8,6	8,9	8,5	7,9	7,9	7,2	9,0	8,3	7,5	8,3	7,6	6,8
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₁₉₈	9,0	9,0	8,4	8,8	8,2	7,3	8,8	8,4	7,7	8,3	7,5	6,9
N ₁₂₀ P ₅₁ K ₂₉₇	8,6	8,6	8,8	7,9	7,7	7,8	8,9	8,3	8,1	8,4	7,3	7,2
$\bar{x}$	8,8	8,7	8,6	8,1	7,8	7,5	8,9	8,3	7,8	8,4	7,6	7,0
NIR $\alpha=0,05$	cz.I: n.s. cz.II: n.s.			cz.I: n.s. cz.II: 0,3**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**			cz.I: n.s. cz.II: 0,2**		
LSD $\alpha=0,5$	cz.I $\times$ cz.II: n.s.			cz.I $\times$ cz.II: n.s.			cz.I $\times$ cz.II: n.s.			cz.I $\times$ cz.II: n.s.		
	$y = 0,0008x^2 - 0,0098x + 8,693$			$y = 0,0019x^2 - 0,0496x + 8,1482$			$y = 0,0012x^2 - 0,0173x + 8,3814$			$y = 0,0024x^2 - 0,0431x + 7,7939$		
	$R^2 = 0,0393$			$R^2 = 0,338$			$R^2 = 0,0705$			$R^2 = 0,1469$		

* Różnice istotne przy $p = 0,05$; Significant differences at $p = 0,05$

** Różnice istotne przy $p = 0,01$; Significant differences at $p = 0,01$

n.s. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Różnice odmianowe w odniesieniu do tej cechy uwidoczniły się silniej po 4 godzinach od przekrojenia. W ocenie ciemnienia najkorzystniej oceniono miąższ bulw odmiany Muza, który uzyskał 8,2 stopnia. Miąższ pozostałych odmian Oda i Orłan wyceniono na 7,8 stopnia. Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych uzależnione jest od obecności kwasu chlorogenowego w bulwach oraz od obecności jonów żelaza. Cecha ta jest silnie modyfikowana genetycznie (Howard, 1974), ale również czynnik środowiskowy, którym jest nawożenie może istotnie na nią wpływać. Istnieje wyraźna korelacja pomiędzy ciemnieniem, a zawartością w bulwach azotu i potasu (Lipińska, 1972), a azot jest tym składnikiem, który na tą cechę rzutuje w decydujący sposób (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985). W prezentowanych badaniach miąższ bulw ugotowanych ciemniał nieco silniej niż miąższ surowy. U odmiany Muza i Oda stwierdzono zmniejszenie ciemnienia miąższu pod wpływem nawożenia NP zarówno po 10 minutach, jak i po 24 godzinach od ugotowania. Zanotowana zmiana jest sprzeczna z opinią Zgórskiej i Frydeckiej-Mazurczyk (1985), które stwierdziły, że wysokie nawożenie azotem przyczynia się do wzrostu ciemnienia bulw surowych i ugotowanych na skutek zwiększenia zawartości związków fenolowych i obniżenia ilości kwasu cytrynowego. W prezentowanych badaniach sytuacja taka wystąpiła tylko w przypadku odmiany Orłan. Po zastosowaniu wzrastającego nawożenia azotem i fosforem bulwy tej odmiany ciemniały

intensywniej. Zastosowane w doświadczeniu wzrastające dawki potasu w odniesieniu do odmiany Muza przyczyniały się do zmniejszenia ciemnienia miąższu bulw ugotowanych, w pozostałych przypadkach reakcja odmian na zastosowany potas nie była jednoznaczna. Dodatni wpływ nawożenia potasem na zmniejszenie ciemnienia miąższu bulw surowych oraz w mniejszym stopniu ugotowanych według Somorowskiej (1987) wiąże się z obniżeniem w bulwach zawartości rozpuszczalnych form azotu, kwasu chlorogenowego i żelaza oraz podwyższeniem zawartości kwasu cytrynowego.

WNIOSKI

1. Spośród analizowanych cech kulinarnych jedynie wilgotność miąższu oraz tendencja do rozgotowywania bulw w istotny sposób były modyfikowane przez czynnik nawozowy. Wzrastające dawki NP i K wpływały na poprawę tych cech.
2. Badane odmiany ziemniaka charakteryzowały się stosunkowo wysokimi walorami kulinarnymi, przy czym odmianą, która uzyskała najwyższą ogólną ocenę była Muza, nieco niżej oceniono odmianę Oda, a najniższą, chociaż również dobrą ocenę, uzyskała odmiana Orłan.
3. Cechami istotnie zależnymi od odmiany były smak, zapach, konsystencja, struktura, wilgotność miąższu, tendencja do rozgotowywania i mączystość miąższu oraz ciemnienie miąższu surowego po 4 godzinach i ugotowanego zarówno po 10 minutach i 24 godzinach.

LITERATURA

- Ciećko Z., Dziekanowski A., Nowak G. 1993. Wpływ nawożenia potasem na plonowanie i jakość bulw ziemniaka. *Rocz. Nauk. Rol.*, Ser. A, 109 (4): 77 — 86.
- Ciećko Z., Żołnowski A., Wyszowski M., Zabielska J. 1999. Oddziaływanie nawożenia mineralnego na cechy kulinarne ziemniaka odmiany Mila. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego – czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*. Radzików 23-25 lutego 1999: 123 — 126.
- Gronowicz Z., Mozolewski W. 1999. Wpływ nawożenia azotem na jakość ziemniaka. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jadalny i dla przetwórstwa spożywczego — czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość”*. Radzików, 23–25 lutego 1999: 136 — 137.
- Howard H. W. 1974. Factors influencing the quality of ware potatoes. 1. The genotype. *Potato Res.* 17: 490 — 511.
- Hughes J.C., Faulks R.M., Grant A. 1975. Texture of cooked potatoes. Relationship between compressive strength, pectic substances and cell size of Redskin tubers of different maturity. *Potato Res.* 18: 495 — 511.
- Jensen A. 2003. Potato Nutrition — Letter to Scientific American. *Potato Prog.* 3 (15): 2 — 3.
- Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition — review. *Rostl. Výr.* 47 (4): 181 — 191.
- Leszczyński W. 1994. Ziemniak jako produkt spożywczy. *Post. Nauk Rol.* 1/94: 15 — 29.
- Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność*, 4 (25) Supl: 5 — 27.
- Lipińska J. 1972. Przemysł spożywczy ziemniaka w Europie i w USA. *Biul. Inst. Ziemn.* 9: 163 — 118.
- Lugt C. 1961. Results of the assessment of the cooking quality of internationally exchanged potato samples. *Proceedings of European association for potato research, European Association for Potato Research, Wageningen*: 321 — 323.

- Mazur T., Gawlik T. 1977. Wpływ dawki i rodzaju nawozu azotowego na plon oraz cechy jakości wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 20: 61 — 82.
- Mercik S., Stępień W. 2001. Działanie potasu na rośliny w wieloletnich doświadczeniach nawozowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 480: 291 — 298.
- Microsoft. 2000. Microsoft Excel 2000 v. 9.0., www.microsoft.com.
- PN 1996 a. PN-ISO 8586-1. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Wybrani oceniający. PKN: 24.
- PN 1996b. PN-ISO 8586-2. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Eksperti. PKN: 18.
- Rogozińska I, Jaworski R. 2004. Kształtowanie jakości ziemniaka. In: <http://www.ipipotash.org/pdf/countrysp/polbroshka4.pdf>. International Potash Institute Coordinator Central/Eastern Europe CH-4001 Basel/Switzerland.
- Somorowska K. 1987. Wpływ nawożenia dużymi dawkami soli potasowej i nawadniania na niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.*, 35: 61 — 72.
- StatSoft 2001. STATISTICA (data analysis software system) Statsoft Inc., version 6.0 www.statsoft.com.
- Teodorczyk A. 1982. Charakterystyka niektórych cech kulinarnych ziemniaka jadalnego w świetle literatury. *Biul. Inst. Ziemn.* 28: 35 — 53.
- Varis E. 1970. Variation in the quality of table potato and the factors influencing it in Finland. *Acta Agralia Fennica*, 118: 7 — 90.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1985. Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 33: 109 — 120.

RENATA LEBECKA**EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA**

Zakład Genetyki i Materiałów Wyjściowych Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Młochów

Choroby bakteryjne ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) — strategie ochrony

Bacterial diseases of potato (*Solanum tuberosum* L.) — control strategies

Omówiono występowanie i znaczenie ważniejszych chorób bakteryjnych ziemniaka. Dokonano porównania reakcji ziemniaka na porażenie przez bakterie wywołujące czarną nóżkę ziemniaka i mokrą zgniliznę, bakteriozę pierścieniową i śluzaka. Omówiono strategie ochrony ziemniaka przed tymi chorobami.

Słowa kluczowe: czarna nóżka, bakterioza pierścieniowa, mokra zgnilizna, śluzak, odporność

The paper describes the incidence and importance of main bacterial diseases of potato. The reaction of potato to infection with bacteria causing blackleg, soft rot, ring rot and brown rot is compared. Moreover control strategies against these bacterial diseases of potato are discussed.

Key words: blackleg, soft rot, ring rot, brown rot, resistance

CHOROBY BAKTERYJNE ZIEMNIAKA

Choroby bakteryjne o największym znaczeniu w uprawie ziemniaka na świecie to: śluzak [*Ralstonia solanacearum* — Smith, 1896 (Yabuuchi i in., 1995)], bakterioza pierścieniowa [*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* — Speckermann i Kotthoff, 1914 (Davis i in., 1984)], mokra zgnilizna i czarna nóżka ziemniaka [*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* — van Hall, 1902 (Dye, 1969), *E. carotovora* subsp. *carotovora* — Jones, 1901 (Bergey i in., 1923) i *E. chrysanthemi* (Burkholder i in., 1953); synonimy odpowiednio: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* i *P. chrysanthemi* (Hauben i in., 1998)].

WYSTĘPOWANIE I ZNACZENIE

Ralstonia solanacearum występuje powszechnie w świecie (Janse, 1988; Hayward, 1991), rasa 1 (biovar 3 i 4) występują przeważnie w klimacie gorącym, podczas gdy rasa 3 (biovar 2) ogranicza się do klimatu chłodnego, występuje w Europie i poraża ziemniaka,

pomidora, psiankę słodkogórz (*Solanum dulcamara*) i psiankę czarną (*S. nigrum*). Występowanie tych bakterii stwierdzono w wielu krajach europejskich (Szwecja, Belgia, Anglia, Holandia, Włochy, Francja, Niemcy, Portugalia i Hiszpania) (Patrik i Maiss, 2000).

Clavibacter michiganensis subsp. *sepedonicus* (Cms) występuje w większości rejonów uprawy ziemniaka. W warunkach naturalnych jest patogeniczny dla ziemniaka i chociaż stwierdzono latentne porażenie tą bakterią buraka cukrowego (Bugbee i Gudmestad, 1988) to nie potwierdzono jednoznacznie, aby burak cukrowy był źródłem porażenia dla upraw ziemniaka (Patrik i in., 2004). Pomidor i oberżyna podlegają infekcji Cms w warunkach laboratoryjnych i są stosowane jako rośliny rozpoznawcze.

Występowanie bakterii *Erwinia* spp. jest powszechne we wszystkich rejonach uprawy ziemniaka. *E. carotovora* subsp. *atroseptica* poraża przeważnie ziemniaka, a *E. chrysanthemi* oprócz ziemniaka poraża także rośliny ozdobne (goździka, dalię) natomiast *E. carotovora* subsp. *carotovora* poza ziemniakiem poraża szereg gatunków roślin uprawnych (marchew, brukselkę, selera, ogórka, cykorię i inne) (Pérombelon i Kelman, 1980).

Śluzak i bakterioza pierścieniowa są na liście chorób kwarantannowych w Europie, dlatego zwalczanie tych chorób, jak i one same, są przyczyną wysokich kosztów ponoszonych w produkcji nasiennej i towarowej ziemniaka (Mills i in., 1997). Śluzak, który powoduje duże straty w krajach o klimacie ciepłym może również powodować duże straty w produkcji ziemniaka w klimacie umiarkowanym (Van der Wolf i Pérombelon, 1997). Wystąpienie epidemii bakteriozy pierścieniowej w Ameryce Północnej i Rosji spowodowało straty plonu sięgające około 50% (Easton, 1979; Muller i Ficke, 1974). Średnie straty plonu bulw w przechowalniach w Polsce spowodowane przez mokrą zgniliznę bulw szacowano na 6,7% w latach 1976–1979 (Pietkiewicz, 1980). Roczne straty w świecie oceniono na 50–100 milionów dolarów USD (Pérombelon i Kelman, 1980). Występowanie czarnej nóżki w uprawach ziemniaka w klimacie umiarkowanym oceniane jest średnio na 2% (Bain i in., 1990), ale wykazano eksperymentalnie, że plon bulw zbierany z roślin, których bulwy mateczne były porażone latentnie *E. carotovora*, był znacznie niższy (do 28%) niż plon uzyskany z sadzeniaków nieporażonych (Hide i in., 1996).

OBJAWY I BIOLOGIA CHOROÓB BAKTERYJNYCH ZIEMNIAKA

Objawy porażenia ziemniaka przez omawiane bakterie są do siebie podobne. Generalnie występuje więdnienie roślin, żółknięcie a następnie zasychanie liści. Rozwój choroby w bulwach przejawia się gniciem. Porażenie roślin i bulw ziemniaka przez bakterie może występować w formie utajonej — latentnej, w której objawy na roślinach i bulwach nie występują.

Pierwszym symptomem porażenia roślin przez *R. solanacearum* jest więdnienie liści w czasie dnia i powrót do turgoru w nocy. Na łodygach i liściach mogą występować brązowe nekrozy. W miarę rozwoju choroby więdnienia roślin nasilają się, łodygi i liście brunatnieją, rośliny zamierają. Na przekroju poprzecznym łodyg można zaobserwować

brunatne zabarwienie wiązek przewodzących. Przy silnych objawach porażenia może wystąpić wyciek śluzu bakteryjnego z uciętych łodyg wstawionych do wody (Smith i in., 1997). Objawy porażenia roślin ziemniaka przez bakterię *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* pojawiają się zwykle w końcu sezonu i mogą być mylone z objawami wywoływanymi przez zarazę ziemniaka (*Phytophthora infestans*), z objawami spowodowanymi przez suszę lub naturalne zasychanie. Brzegi liści (poczynając od dolnych liści) zwijają się w górę, do środka liścia. Kolor liści zmienia się od szaro-zielonego do żółtego i na koniec brązowego, podobnie jak w przypadku śluzaka. Objawy czarnej nóżki, to czarna plama gnilna podstawy łodyg ziemniaka, żółknięcie, więdnienie roślin prowadzące do ich zasychania (Pérombelon i Kelman, 1980).

W klimacie chłodnym w wiązkach przewodzących bulw porażonych śluzakiem występują brązowe nekrozy (Stevenson i in., 2001), dlatego objawy te mogą być mylone z objawami bakteriozy pierścieniowej w początkowej fazie rozwoju. Śluz bakteryjny, występujący przy silnych objawach porażenia śluzakiem, może wyciekać z wiązek przewodzących na przekroju bulwy lub na zewnątrz bulwy przez oczka. W przypadku bakteriozy pierścieniowej objawy narastają powoli, zgniła tkanka zawierająca śluz bakteryjny ma serowatą konsystencję a po naciśnięciu bulwy tkanka leżąca na zewnątrz wiązki przewodzącej oddziela się z łatwością od reszty bulwy. Przy silnych objawach skóra na bulwie pęka, często pęknięcia mają kształt gwiazdkowaty. Mieszane infekcje maskują objawy porażenia bakteriozą pierścieniową (Pastuszewska i Junosza-Kisiełewska, 2004). Objawy porażenia mokrą zgnilizną mogą się przejawiać od małych uszkodzeń do kompletnego gnicia bulw. Zgniła tkanka nie ma nieprzyjemnego zapachu, który występuje tylko w przypadku infekcji mieszanych, a wygląda jakby była nasiąknięta wodą.

Głównym źródłem zakażenia ziemniaka chorobami bakteryjnymi są porażone sadzeniaki.

W przypadku śluzaka, w krajach o łagodnych zimach, zakażona gleba także może być ważnym źródłem infekcji. Bakterie *R. solanacearum* są zdolne do przeżycia w glebie do dwóch lat (Elsas i in., 2000). W Europie istotnym źródłem zakażenia śluzakiem mogą być rośliny dziko rosnące: *Solanum dulcamara* czy samosiewy ziemniaka (Van Elsas i in., 2002). Źródłem infekcji może być zanieczyszczona bakteriami woda stosowana do nawodnienia (Kinyua i in., 2001). Wysoka wilgotność gleby i temperatura 24°–35°C sprzyjają infekcji. Głównymi źródłami infekcji bakteriozą pierścieniową, oprócz porażonych sadzeniaków, są zanieczyszczone bakteriami narzędzia i maszyny rolnicze. W badaniach Nelsona (1985) na suchych łodygach ziemniaka bakterie przeżyły ponad 5 lat, na workach jutowych poddawanych temperaturze od -40°C do -5°C, zmiennej temperaturze od -5°C do 5°C lub stałej temperaturze 5°C bakterie przeżyły 18 miesięcy. W glebie bakterie przeżywały okres do jednego roku w temperaturze 4°C, do pięciu miesięcy w temperaturze -5°C (Van der Wolf i in., 2002). Porażone bulwy są najważniejszym źródłem infekcji również w przypadku mokrej zgnilizny (Pérombelon i Kelman, 1987). Porażenie latentne może być przyczyną gnicia bulw po wysadzeniu, uszkodzenia kiełków, lub wystąpienia objawów czarnej nóżki a rozwój symptomów choroby jest związany z liczbą bakterii (Bain i in., 1990). Przeżywanie bakterii w glebie jest ograniczone do kilku miesięcy (Pérombelon i Kelman, 1987).

OCHRONA ZIEMNIAKA PRZED CHOROBYMI BAKTERYJNYMI

Strategie ochrony różnią się w zależności od charakteru choroby. Testowanie zdrowotności sadzeniaków ziemniaka jest szczególnie ważne w przypadku chorób kwarantannowych. Natomiast hodowla odpornościowa jest jednym z ważnych elementów zintegrowanej ochrony w stosunku do chorób, które nie podlegają kwarantannie. W Europie nie prowadzi się hodowli odpornościowej ziemniaka na choroby wywołane przez *R. solanacearum* i *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Główną przyczyną jest brak źródeł skrajnej odporności do wykorzystania w hodowli, a także obawa, że wyhodowane odporniejsze odmiany będą reagować tolerancyjnie i będą groźnym źródłem rozprzestrzeniania się bakterii w bulwach porażonych latentnie. Występowanie skrajnej odporności na bakteriozę pierścieniową ziemniaka stwierdzono dotychczas tylko u *S. acaule* (Ishimaru i in., 1994; Kriel i in., 1995), ale w dalszych badaniach okazało się, że odporność ta była zależna od temperatury (Laurila i in., 2003). W latach 40-tych i 50-tych XX wieku prowadzono hodowlę odpornościową ziemniaka na bakteriozę pierścieniową. Wyhodowano szereg odmian tolerancyjnych, słabo porażających się *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Pastuszewska i Junosza-Kisielevska, 2004). W badaniach Pastuszewskiej i Junoszy-Kisielewskiej (2004) nad odpornością 20 odmian ziemniaka tylko jedna odmiana Merrimack nie uległa porażeniu przez bakteriozę pierścieniową, bulwy siedmiu odmian były porażone latentnie (od 15%–96%), a u 12 odmian obserwowano objawy porażenia (od 1,4%–21,3%) oraz wykryto porażenie latentne (od 18,5%–100%). Nie stwierdzono istotnego związku pomiędzy występowaniem objawów porażenia i wielkością porażenia latentnego.

Istnienie przeciwstawnych strategii dotyczących hodowli nasunęło pytanie, czy istnieje zależność pomiędzy odpornością na różne choroby bakteryjne ziemniaka? Opierając się na badaniach Pastuszewskiej i Junoszy-Kisielewskiej (2004), zbadano związek pomiędzy odpornością 17 odmian ziemniaka na bakteriozę pierścieniową a odpornością bulw na mokrą zgniliznę (Charakterystyka zarejestrowanych odmian ziemniaka, 2004; Polski katalog odmian ziemniaka, 1999). Stwierdzono istotny statystycznie związek, $r = 0,6$, pomiędzy odpornością na bakteriozę pierścieniową, wyrażoną liczbą bulw z widocznymi objawami porażenia, a odpornością bulw na mokrą zgniliznę. Istotny statystycznie negatywny związek, $r = -0,4$, stwierdzono w przypadku odporności na bakteriozę pierścieniową, wyrażoną liczbą bulw porażonych latentnie a odpornością na mokrą zgniliznę. Nie można wykluczyć sytuacji, w której podniesienie odporności bulw ziemniaka na mokrą zgniliznę może pośrednio wiązać się ze wzrostem odporności na bakteriozę pierścieniową. Negatywny związek pomiędzy odpornością na mokrą zgniliznę bulw a porażeniem latentnym *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* mógłby być zagrożeniem do szerzenia się bakteriozy pierścieniowej w utajonej formie. W hodowli ziemniaka odpornego na mokrą zgniliznę bulw nie stosowano dotychczas porażenia latentnego jako kryterium selekcji.

W krajach klimatu gorącego, gdzie *R. solanacearum* występuje powszechnie, na wielu roślinach uprawnych, odporność odmian jest ważnym elementem zintegrowanej ochrony. Wymienia się szereg takich odmian odpornych: Prisca, Cruza 148, Caxamarca, Molinera

i Amapola (French i in., 1997), ale odporność ta nie jest stabilna, jest specyficzna dla rasy i biovaru (Fock i in., 2002). Odporność na śluzaka jest dziedziczona poligenicznie a udział nieaddytywnej zmienności w dziedziczeniu przeważa (Rowe i Sequeira, 1970; Schmiediche, 1988; Chakrabarti i in., 1994), ale także znane są geny główne odporności na tego patogena, pochodzące z *S. phureja* (Fock i in., 2002). Z szeregu dzikich gatunków opisanych jako źródła odporności na tę chorobę (Hartman i Elphinstone, 1994) Schmiediche (1986) i Fock i wsp. (2002) wymieniają te, które były stosowane w hodowli ziemniaka: *S. chacoense*, *S. sparsipillum*, *S. microdontum*, *S. multidissectum*, *S. phureja*, *S. raphanifolium* and *S. stenotomum*. Laferriere i wsp. (1999) wprowadzili odporność na rasę 3 biovar 2 z *S. commersonii* do ziemniaka na drodze somatycznej hybrydyzacji. W wyniku wprowadzenia do ziemniaka (odmiana Desiree) genu kodującego białko o antybakteryjnych właściwościach otrzymano parę linii o wysokiej odporności na śluzaka (Montanelli i in., 1995).

Dziedziczenie odporności na czarną nóżkę i mokrą zgniliznę bulw jest poligeniczne (Zimnoch-Guzowska i in., 2000). W hodowli odpornościowej wykorzystywano następujące gatunki: *S. brevidens* (Helgeson i in., 1993), (Zimnoch-Guzowska i Łojkowska, 1993), *S. commersonii* (Carpato i in., 1997), *S. phureja*, *S. stenotomum* (Iwanaga, 1985; De Maine i in., 2000), *S. tuberosum* subsp. *andigena* (Huaman i in., 1988), *S. chacoense* i *S. yungasense* (Zimnoch-Guzowska i Łojkowska, 1993; Lebecka i in., 2004). Z wielu prób transformacji do najbardziej udanych należy zaliczyć transformację odmiany Desiree genem kodującym liazę pektynową, gdzie cztery linie wykazywały wyższą odporność na mokrą zgniliznę bulw od odmiany kontrolnej w czterech latach badań polowych (Wegener, 2002).

Do zwalczania chorób bakteryjnych ziemniaka nie stosuje się ochrony chemicznej. Najbardziej efektywna ochrona to kombinacja stosowania zdrowego materiału nasiennego i dobrej praktyki rolniczej polegającej na stosowaniu zmianowania, usuwaniu samosiewów, dezynfekcji narzędzi i maszyn rolniczych, opakowań i przechowalni (French i in., 1997; Hayward, 1991; Smith i in., 1997; Van der Wolf i in., 2002). W przypadku mokrej zgnilizny zaleca się unikania nadmiernej wilgoci oraz uszkodzeń mechanicznych bulw w czasie zbioru, transportu i sortowania, oraz zapewnienia dobrego natlenienia bulw w czasie przechowywania (Perombelon, 2000). Odkazanie gleby środkami zawierającymi chlor stosowane jest w krajach, w których źródłem zakażenia ziemniaka śluzakiem jest gleba (za Haywardem, 1991; Sangar, 1993). Traktowanie sadzeniaków gorącą wodą o temperaturze 55°C przez pięć minut znacznie obniżyło wystąpienie objawów czarnej nóżki w warunkach polowych (Robinson i Foster, 1987), ale zabieg ten nie znalazł zastosowania w praktyce. Podobnie jest z zastosowaniem metod walki biologicznej z wykorzystaniem bakterii antagonistycznych, które nie są praktykowane, pomimo dobrych rezultatów uzyskanych w warunkach laboratoryjnych przeciwko *Erwinia* spp. (Rhodes i Logan, 1986), *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Gamard i De Boer, 1995;), a w przypadku *R. solanacearum* ograniczenia infekcji nie tylko w warunkach laboratoryjnych ale również w warunkach polowych (McLaughlin i Sequeira, 1988; Hartman i Elphinstone, 1994).

LITERATURA

- Bain R. A., Pérombelon M. C. M., Tsrör L., Nachmias A. 1990. Blackleg development and tuber yield in reaction to numbers of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* on seed tubers. *Plant Pathol.* 39: 125 — 133.
- Bergey D. H., Harrison F. C., Breed R. S., Hammer B. W., Huntoon F. M. 1923. In: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 1st ed., The Williams & Wilkins Co, Baltimore: 1 — 442.
- Bugbee W. M., Gudmestad N. C. 1988. The recovery of *Corynebacterium sepedonicum* from sugarbeet seed. *Phytopathology* 78: 205 — 208.
- Burkholder W. H., McFadden L. A., Dimock A. V. 1953. A bacterial blight of chrysanthemums. *Phytopathology* 43: 522 — 526.
- Carputo D., Cardi T., Speggiorin M., Zoina A., Frusciante L. 1997. Resistance to blackleg and tuber soft rot in sexual and somatic interspecific hybrids with different background. *Am. Potato J.* 74: 161 — 172.
- Chakrabarti S. K., Gadewar A. V., Gopal J., Shekhawat G. S. 1994. Performance of tetraploid × diploid (TD) crosses of potato for bacterial wilt resistance in India. *ACIAR Bacterial Wilt Newsl.* 10: 7.
- Davis M. J., Gillaspie A. G., Vidaver A. K., Harris R. W. 1984. *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov., and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis*, subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and bermudagrass stunting disease. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 34: 107 — 117.
- De Maine M. J., Lees A. K., Muir D. D., Bradshaw J. E., Mackay G. R. 2000. Long-day-adapted Phureja as a resource for potato breeding and genetic research. *Potato Global Research and Development. Proceedings of the Global Conference on Potato*, S. M. P. Khurana, G. S. Shekhawat, B. P. Sing, S.K. Pandey (eds.). New Delhi, India, 6–11.12.1999: 134 — 137.
- Dye D. W. 1969. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The "carotovora" group. *New Zealand J. Sci.* 12: 81 — 97.
- Easton G. D. 1979. The biology and epidemiology of potato ring rot. *Am. Potato J.* 56: 459 — 460.
- Elsas van J. D., van Overbeek L. S., Smalla K., Bailey M. J., Trigalet A., Marco Y., Lopes M. M. 2002. The fate, activity and spread of *R. solanacearum* biovar 2 in European habitats. *Book of Abstracts of 3rd International Bacterial Wilt Symposium*, 4–8.02.2002, South Africa: 5 p.
- Elsas van J. D., Kastelein P., van Bekkum P., van der Wolf J. M., de Vries P. M., van Overbeek L. S. 2000. Survival of *Ralstonia solanacearum* biovar 2, the causative agent of potato brown rot, in field and microcosm soils in temperate climates. *Phytopathol.* 90: 1358 — 1366.
- Fock I., Luisetti J., Collonier C., Vedel F., Ducreux G., Kodja H., Sihachakr D. 2002. *Solanum phureja* and *S. stenotomum* as sources of resistance to *Ralstonia solanacearum* in somatic hybrids of potato. *Book of Abstracts of 3rd International Bacterial Wilt Symposium* 4–8.02.2002, South Africa: 47 pp.
- French E. R., Anguiz R., Aley P. 1997. The usefulness of potato resistance to *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* for the integrated control of bacterial wilt. II conference IBWS: Disease Management, 22–27 June 1997, Guadelupe.
- Gamard P., de Boer S. H. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot. *Europ. J. Plant Pathol.* 101: 519 — 525.
- Hartman G. L., Elphinstone J. G. 1994. Advances in the control of *Pseudomonas solanacearum* race 1 in major food crops. *Bacterial wilt. The disease and its causative agent, Pseudomonas solanacearum*. A. C. Hayward and G. L. Hartman (eds.). CAB International, Wallingford, U.K.: 157 — 177.
- Hauben L., Moore E. R. B., Vauterin L., Steenackers M., Verdonck L., Swings J. 1998. Phylogenetic position of phytopathogens within the *Enterobacteriaceae*. *Syst. Appl. Microbiol.* 21:384 — 397.
- Hayward A. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29: 65 — 87.
- Helgeson J. P., Haberlach G. T., Ehlenfeldt M. K., Hunt G., Pohlman J. D., Austin S. 1993. Sexual progeny of somatic hybrids between potato and *Solanum brevidens*: potential for use in breeding programs. *Am. Potato J.* 70: 437 — 452.
- Hide G. A., Welham S. J., Read P. J., Ainsley A. E. 1996. The yield of potato plants as affected by stem cancer (*Rhizoctonia solani*), blackleg (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) and by neighboring plants. *J. Agr. Sci.* 126: 429 — 440.

- Huaman Z., de Lindo L., Elphinstone J. G. 1988. Resistance to blackleg and soft rot and its potential use in breeding. Report of the Planning Conference on bacterial Diseases of the Potato 1987, E. R. French (ed.). International Potato Center, Lima, Peru: 215 — 228.
- Ishimaru C. A., Lapitan N. L., VanBuren A., Fenwick A., Pedas K. 1994. Identification of parents suitable for molecular mapping of immunity and resistance genes in *Solanum* species. *Am. Potato J.* 71: 517 — 533.
- Iwanaga M. 1985. Ploidy level manipulation approach development of diploid populations with specific resistance and FDR 2n pollen production. Report of the 26th Planning Conference: Present and future strategies for potato breeding and improvement. 12–14 December 1983. International Potato Center, Lima, Peru: 57 — 70.
- Janse J. D. 1988. A detection method for *Pseudomonas solanacearum* in symptom less potato tubers and some data on its sensitivity and specificity. *EPPO/OEPP Bulletin* 18: 343 — 351.
- Kinyua Z. M., Smith J. J., Lung'aho C., Olanya M., Priou S. 2001. On-farm successes and challenges of producing bacterial wilt-free tubers in seed plots in Kenya. *African Crop Sci. J.* 9: 279 — 285.
- Kriel C. J., Jansky S.H., Gudmestad N. C., Ronis D. H. 1995. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*: screening of exotic *Solanum* species. *Euphytica* 82: 125 — 132.
- Laferrriere L. T., Helgeson J. P., Allen C. 1999. Fertile *Solanum tuberosum* plus somatic hybrids as sources of resistance to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. *Theor. Appl. Genet.* 98: 1272 — 1278.
- Laurila J., Metzler M. C., Ashimaru C. A., Rokka V. M. 2003. Infection of plant material derived from *Solanum acaule* with *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*: temperature as a determining factor in immunity of *S. acaule* to bacterial ring rot. *Plant Pathol.* 52: 496 — 504.
- Lebecka R., Zimnoch-Guzowska E., Kaczmarek Z. 2004. Resistance to soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) in tetraploid potato families obtained from 4x-2x crosses. *Am. J. Potato Res.* 82: 107 — 114.
- McLaughlin R. J., Sequeira L. 1988. Evaluation of an avirulent strain of *Pseudomonas solanacearum* for biological control of bacterial wilt of potato. *Am. Potato J.* 65: 255 — 268.
- Mills D., Russell B. W., Hanus J. W. 1997. Specific detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* by amplification of three unique DNA sequences isolated by subtraction hybridization. *Phytopathology* 87: 853 — 861.
- Montanelli, C., Stefanini F. M., Chiari A., Chiari T., Nascari G. 1995. Variability in the response to *Pseudomonas solanacearum* of transgenic lines of potato carrying a cecropin gene analogue. *Potato Res.* 38: 371 — 378.
- Muller H. J., Ficke W. 1974. [Bacterial ring rot (*Corynebacterium sepedonicum*) a dangerous quarantine disease for potato cultivation]. *Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR* 28: 159 — 160.
- Nelson G. A. 1985. Survival of *Corynebacterium sepedonicum* in potato stems and on surfaces held at freezing and above-freezing temperatures. *Am. Potato J.* 62: 23 — 28.
- Pastrik K. H., Maiss E. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tubers by polymerase chain reaction. *J. Phytopathol.* 148: 619 — 626.
- Pastrik K. H., Müller P., Kakau J., Abdel-Kader D., Seigner L. 2004. Examination of sugar beet as a host for *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, the causal agent of ring rot of potato. *Gesunde Pflanzen*, Springer-Verlag Heidelberg, Vol. 56, 4–5: 122 — 128.
- Pastuszewska T., Junosza-Kisielewska I. 2004. Reakcja wybranych odmian ziemniaka na inokulację bakteriami *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. *Post. Ochr. Roślin* 44 (2): 1014 — 1016.
- Pérombelon M. C. M. 2000. Blackleg risk potential of seed potatoes determined by quantification of tuber contamination by the causal agent and *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*: a critical review. *EPPO/OEPP Bulletin* 30: 413 — 420.
- Pérombelon M. C. M., Kelman A. 1980. Ecology of the soft rot erwinia's. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18: 361 — 387.
- Pérombelon M. C. M., Kelman A. 1987. Blackleg and other potato diseases caused by soft rot erwinia's: proposal for revision of terminology. *Plant Dis.* 71: 283 — 285.
- Pietkiewicz J. B. 1980. Variation in the reaction of potato tubers to diseases. *Potato Res.* 23:473.
- Polksi katalog odmian ziemniaka. 1999. IHAR, Bonin: 1 — 200.
- Rhodes D. J., Logan C. 1986. Effects of fluorescent pseudomonads on the potato blackleg syndrome. *Ann. Appl. Biol.* 108: 511 — 518.

- Robinson K., Foster G. 1987. Quantitative assessment of tuber contamination by pectolytic *Erwinia* and its possible use in the prediction and control of blackleg. *Potato Res.* 30: 669 — 674.
- Rowe P. R., Sequeira L. 1970. Inheritance of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in *Solanum phureja*. *Phytopathol.* 60: 1499 — 1501.
- Sangar R. B. S. 1993. Efficacy of agro-practices to control bacterial wilt of potatoes in central India. *J. Indian Potato Assoc.* 20 (2): 172 — 173.
- Schmiediche P. 1986. Breeding potatoes for resistance to bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Proceedings of an international workshop held at PCARRD: Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. G. J. Persley (ed.). Los Banos, Philippines, 8–10 October 1985: 105 — 111.
- Schmiediche P. 1988. Breeding for resistance to *Pseudomonas solanacearum*. Report of the planning conference: Bacterial disease of the potato. International Potato Center, Lima, Peru: 19 — 28.
- Smith I. M., McNamara D. G., Scott P. R., Holderness M. 1997. *Ralstonia solanacearum*. Quarantine Pest for Europe, 2nd ed. EPPO/CABI.
- Smith J. J., Offord L. C., Holderness M., Saddler G. S. 1995. Pulsed-field gel electrophoresis analysis of *Pseudomonas solanacearum*. EPPO/OEPP Bulletin 25: 163 — 167.
- Stevenson W. R., Loria R., Franc G. D., Weingartner D. P. 2001. Compendium of potato diseases, 2nd ed. American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA.
- Wegener C. D. 2002. Induction of defence responses against *Erwinia* soft rot by an endogenous pectate lyase in potatoes. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 60: 91 — 100.
- Wolf van der J. M., Mansfeld-Giese K., Müller P., Karjalainen R., Stead D. 2002. Epidemiological studies for control of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*, the causal agent of bacterial ring rot in potato. Abstracts of Papers and Posters, 15th Triennial Conference of the EAPR: Potatoes today and tomorrow, G. Wenzel i I. Wulfert (eds.). 14–19 July 2002, Hamburg, Germany: 142.
- Wolf van der J., Pérombelon M. C. M. 1997. Potato brown rot in temperate regions — a review. <http://www.spud.co.uk/external/PROF/RESEARCH/scr/brownro3.htm>.
- Yabuuchi E., Kosako Y., Yano I., Hotta H., Nishiuchi Y. 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni, Doudoroff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. *Microbiol. Immunol.* 39: 897 — 904.
- Zimnoch-Guzowska E., Łojkowska E. 1993. Resistance to *Erwinia* in diploid potatoes with high starch content. *Potato Res.* 36: 177 — 182.
- Zimnoch-Guzowska E., Marczewski W., Lebecka R., Flis B., Schafer-Pregl R., Salamini F., Gebhardt C. 2000. QTL analysis of new sources of resistance to *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* in potato done by AFLP, RFLP and resistance-gene-like markers. *Crop Sci.* 40: 1156 — 1167.

BOŻENA C WALINA-AMBROZIAK**EDWARD WRÓBEL¹**

Katedra Fitopatologii i Entomologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

¹ Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wpływ nawożenia azotem na występowanie ważniejszych chorób na bulwach ziemniaka

Influence of nitrogen fertilization on the occurrence of important diseases on potato tubers

Badania nad zdrowotnością bulw prowadzono na trzech odmianach ziemniaka jadalnego: bardzo wczesnej Bard, średnio późnej Rybitwa i późnej Wawrzyn. Bulwy pochodziły ze ścisłego doświadczenia poletkowego, założonego w latach 2000–2002 w Tomaszku przez Katedrę Produkcji Roślinnej UW-M w Olsztynie. W doświadczeniu uwzględniono kombinacje z nawożeniem azotem w dawce 30, 60 i 90 kg·ha⁻¹ w postaci mocznika 46%, który zaaplikowano po wschodach ziemniaka. Oceny zdrowotności bulw dokonywano po 5-miesięcznym okresie przechowywania. Objawy parcha zwykłego i rizoktoniozy oceniano na 100 bulwach pobranych losowo z poszczególnych kombinacji nawożenia według 9° skali, a wyniki podano w % jako indeks porażenia. Nasilenie mokrej zgnilizny, zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny ziemniaka określano w 5 kg próbie bulw z każdej kombinacji i przedstawiono w procentach masy porażonych bulw. Najbardziej intensywnie na bulwach ziemniaka w badanym okresie rozwijały się parch zwykły i ospowatość na ziemniaku nawożonym azotem w dawce 60 kg·ha⁻¹. Rozwojowi tych chorób sprzyjały sezony wegetacyjne 2000 i 2001 roku, a zanotowane średnie indeksy porażenia na odmianie Rybitwa wynosiły kolejno 20% i 24%. Najmniejsze porażenie przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* stwierdzono na bulwach odmiany Bard. Nasilenie mokrej zgnilizny bulw nie przekraczało 6%, a zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny bulw — 3%. Największe porażenie bulw przez *Erwinia carotovora* var. *carotovora* zanotowano na odmianie Bard i Wawrzyn, a przez *Phytophthora infestans* na odmianie Bard. Nie stwierdzono objawów zarazy ziemniaka w 2002 roku na bulwach odmiany Wawrzyn we wszystkich trzech kombinacjach nawożenia i na bulwach pozostałych odmian w kombinacji z nawożeniem azotem w najniższej dawce. Sucha zgnilizna w podobnym stopniu wystąpiła na bulwach wszystkich badanych odmian ziemniaka. Wyższe dawki nawożenia azotem spowodowały zwiększenie nasilenia mokrej zgnilizny bulw, zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny bulw.

Słowa kluczowe: choroby bulw, nawożenie azotem, odmiany ziemniaka

The studies on tuber health were conducted on three table potato cultivars: very early Bard, medium-late Rybitwa and late Wawrzyn. The tubers were obtained in a precise plot trial, performed in the years 2000–2002 by the Department of Plant Production, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, in Tomaszko. The experimental factors were combinations with nitrogen fertilization at a rate of 30, 60 and 90 kg·ha⁻¹, in the form of 46% urea, applied after plant emergence. Tuber health

was determined after five-month storage. The symptoms of common scab and black scurf were evaluated on 100 tubers selected at random from particular fertilization combinations, according to a nine-grade scale. The results are shown as the percentage infection index. A rate of tubers infestation by soft rot, late blight and dry rot was estimated in 5 kg samples for each combination, and presented in % of mass of infected tubers. The tubers were found to be infested at the level by common scab and black scurf in plants fertilized with nitrogen at a rate of 60 kg·ha⁻¹. Climatic conditions in the vegetation seasons of 2000 and 2001 were conducive to the development of these diseases. The mean infection indices recorded for cv. Rybitwa were as high as 20% and 24%, respectively. The lowest level of infection by *Streptomyces scabies* and *Rhizoctonia solani* was observed in tubers of cv. Bard. The infestation of tubers by soft rot did not exceed 6%, and that by late blight and dry rot 3% only. The highest level of infection by *Erwinia carotovora* var. *carotovora* was recorded for cvs Bard and Wawrzyn, and that by *Phytophthora infestans* — for cv. Bard. In 2002 no symptoms of late blight were found on tubers of cv. Wawrzyn, irrespective of the level of fertilization, nor on tubers of the other cultivars at the lowest nitrogen rate. The incidence of dry rot was similar in all potato cultivars. Higher nitrogen rates resulted in a higher intensity of soft rot and late blight.

Key words: cultivars, diseases, nitrogen fertilization, tubers, potato

WSTĘP

Patogeny porażają bulwy ziemniaka w okresie wegetacji i podczas przechowywania. Choroby bakteryjne i grzybowe są przyczyną znacznych strat w plonie bulw (Czajka, 1988; Fiedorow i Weber, 1994).

Stosowanie nawozów organicznych oraz mineralnych pozwala uzyskać wysoki plon bulw. Szczególnie plonotwórczą rolę odgrywa azot (Czajka, 1988; Czajka i in., 1991). Autorzy dowiedli jednak, że wysokie dawki nawożenia tym makroelementem wpływały ujemnie na zdrowotność bulw. Ciećko i wsp. (1999) stwierdzili dodatnie oddziaływanie azotu na zawartość białka w bulwach ziemniaka.

Celem przeprowadzonych badań było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, jak nawożenie azotem wpływając dodatnio na wielkość plonu, wpływa na zdrowotność bulw ziemniaka po 5-miesięcznym okresie przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach nad zdrowotnością bulw uwzględniono trzy jadalne odmiany ziemniaka: bardzo wczesną Bard, średnio późną Rybitwa i późną Wawrzyn oraz 3 poziomy nawożenia azotem: 30, 60 i 90 kg·ha⁻¹. Badane bulwy pochodziły z prowadzonego w latach 2000–2002 przez Katedrę Produkcji Roślinnej UW-M w Olsztynie ścisłego doświadczenia poletkowego w Tomaszku. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (odmiany traktowano jako bloki, a kombinacje nawozowe jako podbloki), w czterech powtórzeniach. Doświadczenie założono na glebie lekkiej, piaszczystej, 5 klasy bonitacyjnej, kompleksu żytńio-ziemniaczanego słabego (6) o składzie mechanicznym piasek gliniasto-pylisty, w podłożu piaski luźne pylaste. Przedplonem ziemniaka w kolejnych latach badań było pszenżyto ozime. Do wysadzenia użyto bulw kwalifikowanych w klasie A. Na wszystkich poletkach zastosowano jednakowe zabiegi agrotechniczne oraz ochronę ziemniaka przed agrofagami według zaleceń IOR w Poznaniu. Jesienią glebę nawożono obornikiem w dawce 25 t·ha⁻¹. Wiosną, przed

wysadzaniem bulw na wszystkich poletkach zastosowano nawożenie polifoską 6 — 500 kg·ha⁻¹, a nawożenie azotem (mocznik 46%) zaaplikowano zgodnie ze schematem po wschodach ziemniaka.

Ocenę zdrowotności bulw przeprowadzono po 5-miesięcznym okresie przechowywania. Objawy parcha zwykłego i rizoktoniozy najpierw określano w 9° skali (gdzie 1° — oznacza brak objawów choroby, a 9° — największe porażenie) na 100 losowo pobranych bulwach z poszczególnych kombinacji nawożenia, a następnie wyliczono indeks porażenia według następującego wzoru:

$$I_p = \frac{\sum (a \times b) \times 100\%}{N \times I}$$

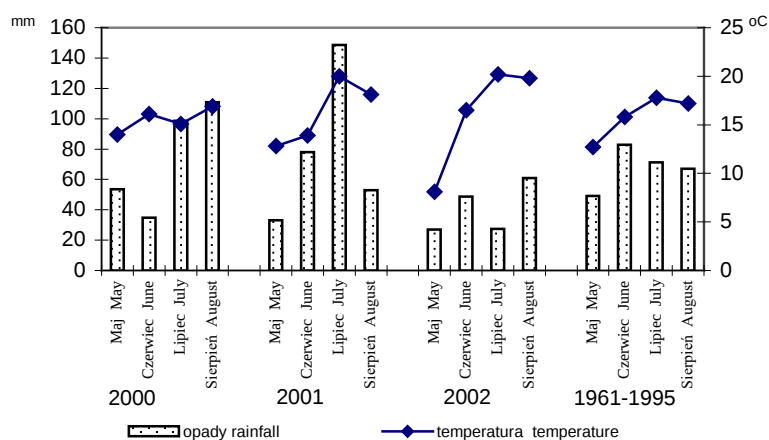
$\Sigma (a \times b)$ — suma iloczynów otrzymanych przez pomnożenie liczby zbadanych bulw w każdym stopniu porażenia przez stopień ich porażenia

N — liczba ogólnie zbadanych bulw,

I — najwyższy stopień skali (tj. największe porażenie),

Nasilenie mokrej zgnilizny bulw, zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny bulw ziemniaka oceniano na podstawie 5 kg próby bulw z każdej kombinacji i przedstawiono w procentach masy bulw z objawami chorób. Celem oceny statystycznej wyników doświadczenia wykorzystano metodę analizy wariancji wg układu losowanych podbloków. W celu porównania średnich zastosowano test T -Tukeya, przyjmując poziom istotności 0,05. W analizach wykorzystano pakiet statystyczny STATISTICA® 6.0 2000.

Sezony wegetacyjne 2000 i 2001 roku charakteryzowały się wysokimi opadami w lipcu i sierpniu oraz temperaturami utrzymującymi się w normie w porównaniu z okresem z wielu lat. Natomiast ostatni rok badań był suchy i ciepły (rys 1).



Rys. 1. Dane meteorologiczne według Stacji Meteorologicznej w Tomaszku
Fig. 1. Meteorological data according to Meteorological Station in Tomaszko

WYNIKI

Podczas badań na bulwach stwierdzono występowanie takich chorób jak: parch zwykły (*Streptomyces scabies* /Taxt./ Waksman et Henrici), ospowatość bulw (*Rhizoctonia solani* Kühn), mokra zgnilizna bulw (*Erwinia carotovora* var. *carotovora* Hall.), zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) i sucha zgnilizna bulw (*Fusarium solani* subsp. *coeruleum* /Sacc./ Booth i *F. sulphureum* Schlecht.).

Spośród analizowanych chorób w najwyższym stopniu występował parch zwykły oraz ospowatość bulw. Największe nasilenie objawów tych chorób stwierdzono na bulwach odmiany Rybitwa i Wawrzyn w 2000 i 2001 roku. Analizując średnie z całego okresu badawczego, największe porażenie przez *Streptomyces scabies* (Ip = 17,3%) i *Rhizoctonia solani* (Ip = 25,7%) zanotowano na bulwach odmiany Rybitwa w kombinacji z nawożeniem azotem w dawce 60 kg·ha⁻¹ (tab. 1). Najniższe porażenie omawianymi patogenami stwierdzono na bulwach odmiany Bard w 2002 roku, a zanotowane indeksy porażenia wynosiły 4,2 i 3,8% odpowiednio dla parcha zwykłego i ospowatości bulw. Wyższe dawki nawożenia azotem istotnie nasilały występowanie parcha zwykłego na bulwach badanych odmian ziemniaka, z wyjątkiem odmiany Bard i Wawrzyn w 2000 roku. W przypadku ospowatości bulw istotnie większe porażenie bulw stwierdzono w kombinacji z nawożeniem 60 kg N·ha⁻¹.

Tabela 1

Porażenie bulw ziemniaka przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* (indeks porażenia bulw w %)
Infection of potato tubers by *Streptomyces scabies* and *Rhizoctonia solani* (index of tubers infection in %)

Dawka N Dose of N	<i>Streptomyces scabies</i>											
	Bard				Rybitwa				Wawrzyn			
	2000	2001	2002	średnio mean	2000	2001	2002	średnio mean	2000	2001	2002	średnio mean
30	13,1g ¹	12,0h	2,5m	9,2g	14,2f	17,4d	2,1m	11,2e	16,8d	14,5f	3,8l	11,7e
60	15,6e	17,3d	6,7jk	13,2d	17,7d	22,1a	12,0h	17,3a	18,7c	18,5c	8,9i	15,4b
90	12,3gh	14,5f	3,5l	10,1f	15,4e	20,8b	7,5j	14,6c	17,3d	16,8d	6,3k	13,5d
Średnio Mean	13,7f	14,6e	4,2i		15,8d	20,1a	7,2g		17,6b	16,6c	6,3h	
	<i>Rhizoctonia solani</i>											
30	15,4jk	15,6jk	3,4qr	11,5e	22,7cd	21,8de	10,3m	18,3b	18,5gh	17,5hi	5,5p	13,8d
60	20,8ef	19,8fg	6,0no	15,5c	32,5a	30,3b	14,2kl	25,7a	21,9de	23,8c	7,5n	17,7b
90	13,8kl	10,7m	1,9r	8,8g	16,1ij	14,5jk	5,8o	12,1e	14,3jh	12,8l	3,7q	10,3f
Średnio Mean	16,7d	15,4e	3,8h		23,8a	22,2b	10,1f		18,2c	18,0c	5,6g	

¹ a, b, c, .. Grupy jednorodnie według testu Tukeya do porównania średnich w obrębie czynników i ich interakcji

¹ a, b, c - Homogeneous groups according to Tukey test for comparison of means within factors and their interactions

W trakcie 3-letniego okresu badań na bulwach stwierdzano objawy mieszanej infekcji powodowanej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* i bakterię *Erwinia carotovora* var. *carotovora*. Częściej obserwowano objawy mokrej zgnilizny bulw niż zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny bulw. Największe nasilenie mokrej zgnilizny bulw (około 6%) zanotowano u odmiany Bard i Wawrzyn w 2000 i 2001 roku (tab. 2). Najmniejsze porażenie bulw (0,5%) stwierdzono u odmiany Rybitwa w 2002 roku. Spośród

testowanych w doświadczeniu dawek azotu, najwyższa z nich istotnie zwiększała porażenie przez sprawcę mokrej zgnilizny bulw.

Tabela 2

Porażenie bulw ziemniaka przez: *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium sulphureum* i *F. solani* var. *coeruleum* (% masy porażonych bulw)
Infection potato tubers by: *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, *Phytophthora infestans*, *Fusarium sulphureum* and *F. solani* var. *coeruleum* (percentage of mass of infected tubers)

Dawka N Dose of N	<i>Erwinia carotovora</i> var. <i>carotovora</i>				Rybitwa				Wawrzyn			
	2000	2001	2002	średnio mean	2000	2001	2002	średnio mean	2000	2001	2002	średnio mean
30	2,8bc	3,8b	1,0d	2,5de	2,4c	2,8bc	0,5d	1,9e	2,9bc	3,2bc	0,8d	2,3de
60	3,7b	4,2ab	1,4cd	3,1cd	2,8bc	3,3b	0,9d	2,3de	4,8ab	4,4ab	1,3cd	3,5bc
90	5,7a	5,0a	2,1c	4,3ab	4,8ab	4,2ab	1,8c	3,6bc	6,0a	5,6a	2,5bc	4,7a
Średnio Mean	4,1abc	4,3ab	1,5d		3,3c	3,4bc	1,1d		4,6a	4,4ab	1,5d	
<i>Phytophthora infestans</i>												
30	0,9bcd	0,6cd	0d	0,5c	0,5cd	0,2cd	0d	0,2c	0,4cd	0,2cd	0d	0,2c
60	1,4bc	1,3bcd	1,4bc	1,4b	1,0bcd	0,6cd	0,9bcd	0,8bc	1,2bcd	0,9bcd	0d	0,7bc
90	2,2ab	2,7a	2,2ab	2,4a	0,9bcd	0,9bcd	0,6cd	0,8bc	1,4bc	1,2bcd	0d	0,9bc
Średnio Mean	1,5a	1,5a	1,2ab		0,8b	0,6bc	0,5bc		1,0ab	0,8b	0c	
<i>Fusarium sulphureum</i> , <i>F. solani</i> var. <i>coeruleum</i>												
30	0,7b	1,5b	1,0b	1,1c	1,0b	1,3b	1,2b	1,2bc	1,2b	1,7ab	1,2b	1,4bc
60	1,7ab	2,3a	2,4a	2,1abc	1,6ab	1,9ab	2,6a	2,0abc	1,5b	2,0ab	2,2a	1,9abc
90	2,1ab	1,9ab	3,1a	2,4ab	2,0ab	2,2a	2,8a	2,3ab	2,4a	1,8ab	3,5a	2,6a
Średnio Mean	1,5a	1,9a	2,2a		1,5a	1,8a	2,2a		1,7a	1,8a	2,3a	

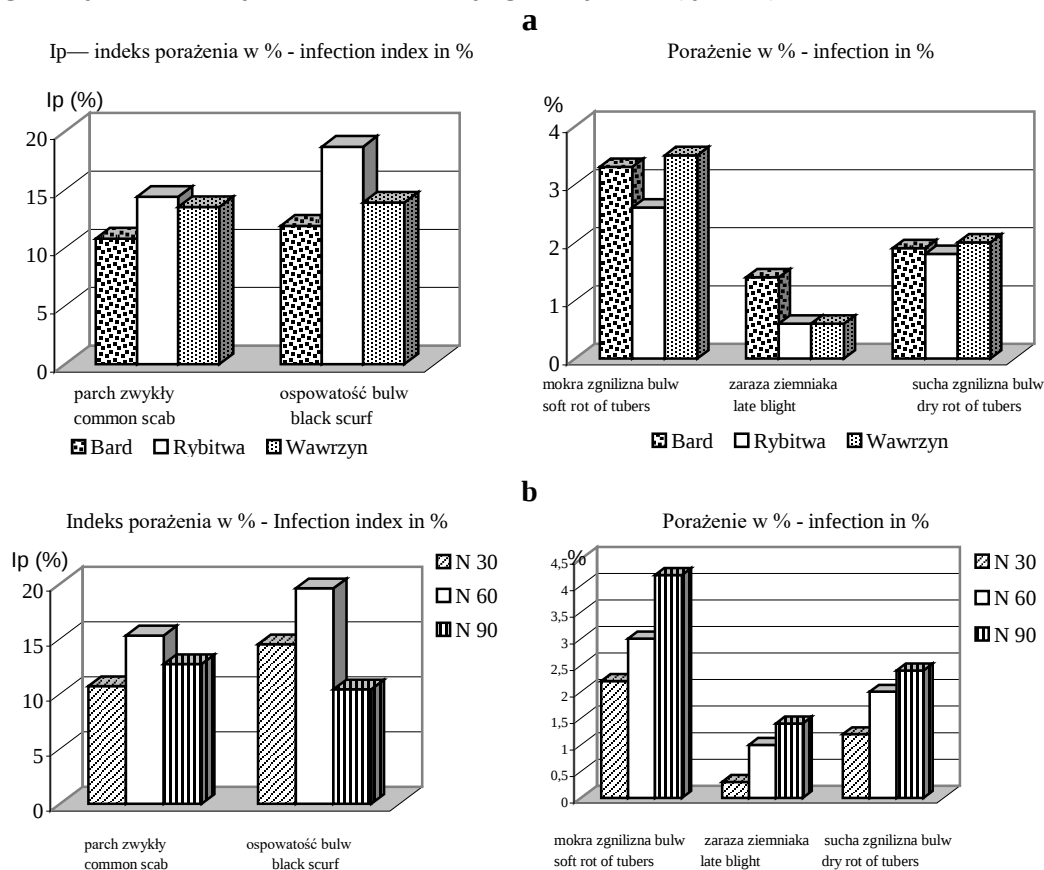
Objaśnienia jak w tabeli 1; Explanations as in Table 1

Zaraza ziemniaka i sucha zgnilizna bulw wystąpiły w niewielkim nasileniu; zanotowano zaledwie 3% porażenie bulw (tab. 2). Największe porażenie bulw przez *Phytophthora infestans* (2,7%) zanotowano u odmiany Bard w 2001 roku w kombinacji z nawożeniem azotem w dawce 90 kg·ha⁻¹. W 2002 roku objawy zarazy ziemniaka stwierdzono na bulwach tylko u odmiany Bard i Rybitwa nawożonych azotem w dawce 60 i 90 kg·ha⁻¹. W największym nasileniu choroba wystąpiła na bulwach badanych odmian ziemniaka nawożonych azotem w dawce 90 kg·ha⁻¹, jednak istotne różnice wystąpiły tylko u odmiany Bard w 2001 i 2002 roku.

Podczas badań stwierdzono niewielkie zróżnicowanie w nasileniu objawów suchej zgnilizny bulw pomiędzy odmianami w poszczególnych latach. Porażenie bulw wynosiło od 1,5% w 2000 roku do niewiele ponad 2% w 2002 roku. Jedynie w 2002 roku wyższe dawki nawożenia azotem, tj. 60 i 90 kg·ha⁻¹ istotnie nasilały występowanie suchej zgnilizny bulw.

Analizując średnie z całego okresu badawczego zauważamy, że największe porażenie bulw przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* zanotowano u odmiany Rybitwa, przez *Erwinia amylovora* var. *carotovora* u odmiany Bard i Wawrzyn, a przez *Phytophthora infestans* u odmiany Bard. Sucha zgnilizna w jednakowym stopniu wystąpiła

na bulwach wszystkich badanych odmian (rys. 2 a). Stwierdzono zróżnicowanie w porażeniu bulw ziemniaka patogenami, uwarunkowane poziomem nawożenia azotem. Dawka azotu w wysokości $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zwiększała występowanie parcha zwykłego i rizoktoniozy. Wyższe dawki nawożenia azotem spowodowały wzrost nasilenia mokrej zgnilizny bulw, zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny bulw (rys. 2 b).



Rys. 2. Nasilenie chorób w zależności od: a. odmiany, b. dawki N (średnia z lat 2000–2002)
Fig. 2. Intensity of diseases in relation to: a. cultivar, b. dose of N (mean for 2000–2002)

DYSKUSJA

O dużym zagrożeniu bulw chorobami bakteryjnymi i grzybowymi w czasie przechowywania ziemniaków (a w tym i sadzeniaków) dowiadujemy się z wcześniejszych doniesień w literaturze (Wojciechowska-Kot i in., 1987 a, b; Czajka i in., 1991). Wyniki badań własnych dowiodły, że w latach 2000–2002 w największym nasileniu na bulwach ziemniaka wystąpiły parch zwykły i ospowatość bulw. Najbardziej porażoną przez

sprawców tych chorób okazała się odmiana Rybitwa. We wcześniejszych badaniach autorka niniejszego opracowania (Cwalina-Ambroziak, 2002) dowiodła, że gatunek *Rhizoctonia solani* dość łatwo jest wyizolować z bulw bezpośrednio po zbiorze, rzadziej natomiast z bulw po 4-miesięcznym przechowywaniu. Pozostałe spośród rozpatrywanych w pracy chorób rozwijały się mniej intensywnie. Nasilenie mokrej zgnilizny bulw u odmian Bard i Wawrzyn nie przekraczało 6%. W najmniejszym nasileniu (3%) wystąpiła zaraza ziemniaka i sucha zgnilizna bulw. Wojciechowska i wsp. (1987 b) oraz Choroszewski (1988) za głównych sprawców suchej zgnilizny najczęściej podają gatunki: *F. sulphureum* i *F. solani* var. *coeruleum*, rzadziej *F. culmorum* i *F. oxysporum*. Według tych autorów, grzyby te są zdolne do samodzielnej penetracji tkanek ziemniaka, jak również wnikają do bulw przez uszkodzenia w czasie zbioru i dają początek chorobom podczas przechowywania. Kuczyńska (1993) uznaje grzyby z rodzaju *Fusarium* za powszechne czynniki chorobotwórcze, powodujące suchą zgniliznę bulw ziemniaka w Polsce. Autorka podaje dalej, że także takie gatunki grzybów jak: *Alternaria alternata*, *Colletotrichum coccodes* i *Geotrichum candidum* biorą udział w wywoływaniu mieszanych zgnilizn bulw ziemniaka. Alternarioza bulw ziemniaka nie ma jednak większego znaczenia gospodarczego w kraju, chociaż jej szkodliwość wzrasta w lata ciepłe na odmianach wrażliwych. Omawiane wyżej gatunki z rodzaju *Fusarium*, obok *Alternaria alternata* i *Colletotrichum coccodes*, to najczęściej izolowane grzyby z bulw ziemniaka przez wielu badaczy (Zarzycka, 1990; Choroszewski, 1993; Kurzawińska, 1997).

Nawożenie mineralne, w tym nawożenie azotem, pozwala na uzyskanie wysokiego plonu bulw (Czajka, 1988; Czajka i in., 1991). Jednak autorzy w swoich badaniach wykazali, że wyższe poziomy nawożenia azotem przyczyniły się do większego porażenia bulw patogenami wywołującymi parcha zwykłego, mokrą i suchą zgniliznę bulw oraz zarazę ziemniaka. W badaniach własnych nawożenie azotem różnicowało nasilenie analizowanych chorób na przechowywanych bulwach ziemniaka. Największe porażenie przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* zanotowano na ziemniaku odmiany Rybitwa uprawianym na poletkach nawożonych azotem w dawce 60 kg·ha⁻¹ w pierwszych dwóch latach badań. Najśłabsze objawy powyższych chorób zanotowano na odmianie Bard w 2002 roku. W wszystkich latach nawożenie azotem w najwyższej dawce ograniczało rozwój ospowatości bulw. Na bulwach ziemniaka nawożonych azotem w dawce 60 i 90 kg·ha⁻¹ stwierdzono zwiększenie nasilenia mokrej zgnilizny, zarazy ziemniaka i suchej zgnilizny.

WNIOSKI

1. Największe porażenie bulw ziemniaka przez *Streptomyces scabies* i *Rhizoctonia solani* zanotowano u odmiany Rybitwa w kombinacji z nawożeniem azotem w dawce 60 kg·ha⁻¹. Bulwy odmiany Bard uległy znacznie słabszej infekcji.
2. Występowanie mokrej i suchej zgnilizny bulw oraz porażenie przez *Phytophthora infestans* było niewielkie. Wyższe dawki azotu powodowały nasilenie objawów tych chorób.

3. Mokra zgnilizna bulw w największym stopniu wystąpiła u odmiany Bard i Wawrzyn, a infekcja bulw patogenem, wywołującym zarazę ziemniaka u odmiany Bard. Grzyby z rodzaju *Fusarium* w jednakowym stopniu zaatakowały bulwy badanych odmian ziemniaka.

LITERATURA

- Ciećko Z., Krajewski W., Zabielska J. 1999. Charakterystyka składu aminokwasowego bulw ziemniaka w zależności od nawożenia azotowo-potasowego i fosforowego. *Konf. Nauk. Ziemniak jadalny dla przetwórstwa spożywczego-czynniki agrotechniczne i przechowalnicze warunkujące jakość. Radzików*, 23–25 lutego 1999: 90 — 92.
- Choroszewski P. 1988. Warunki infekcji bulw ziemniaka przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. *Biul. Inst. Ziemn.* 43: 105 — 112.
- Choroszewski P. 1993. Wpływ warunków klimatycznych na porażenie bulw ziemniaka sprawcami chorób w latach 1979–1988. *Biul. Inst. Ziemn.*, 43: 113 — 129.
- Cwalina-Ambroziak B. 2002. Grzyby zasiedlające bulwy ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) bezpośrednio po zbiorze i po przechowywaniu. *Acta Agrobot.* 56 (2): 133 — 140.
- Czajka W. 1988. Badania nad występowaniem ważniejszych bakteryjnych i grzybowych chorób ziemniaka na tle wybranych czynników agrotechnicznych oraz zabiegów chemicznych. *Acta Acad. Agricult., Tech. Olst. Agricultura Supl. C* 44: 1 — 58.
- Czajka W., Majchrzak B., Kurowski T. 1991. Wpływ nawożenia azotem na zdrowotność przechowywanych bulw ziemniaka. *Acta Acad. Olst., Agricultura*, 52: 219 — 228.
- Fiedorow Z., Weber Z. 1994. Diagnostyka chorób roślin. Choroby buraka i ziemniaka. *Wyd. AR Poznań*.
- Kuczyńska J. 1993. Rola grzybów *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Colletotrichum coccodes* (Wallr) Hughes i *Geotrichum candidum* Link. w wywoływaniu mieszanych zgnilizn bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn., Bonin* 42: 91 — 105.
- Kurzawińska H. 1997. Fungi occurring in potato tubers with dry rot symptoms. *Phytopathol. Pol.* 13: 79 — 84.
- Zarzycka H. 1990. Grzyby jako pasożyty okolicznościowe na materiałach hodowlanych ziemniaków w Młochowie. *Phytopathol. Pol.* 11: 40 — 44.
- Wojciechowska-Kot H., Czajka W., Wiwart M. 1987 a. Stan zdrowotny ziemniaka w uprawie ciągłej. *Acta Acad. Agricult., Tech. Olst., Agricultura* 44: 191 — 204.
- Wojciechowska-Kot H., Kiszczak E., Markiewicz E. 1987 b. Patogeniczność izolatów *Fusarium sulphureum* Schl. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 307: 323 — 334.

JÓZEFA KAPSA¹**EDWARD BERNAT**¹**MAŁGORZATA KASPRZAK**²¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie

² Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Poznań

Przydatność systemu decyzyjnego NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą w różnych warunkach meteorologicznych

The usefulness of NegFry decision support system in potato protection against late blight under different meteorological conditions

Chemiczna ochrona przed zarazą może, albo polegać na intensywnym stosowaniu fungicydów już od wschodów ziemniaka, albo jako ochrona zrównoważona, opierać się na prognozowaniu występowania patogena i wykorzystywać systemy decyzyjne wspomagające podejmowanie decyzji o jej rozpoczęciu. Doświadczenia polowe z wykorzystaniem systemu decyzyjnego NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą w północnej części Polski prowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Boninie w latach 2002–2004. Porównywano skuteczność różnych systemów ochrony. W warunkach klimatycznych Bonina system NegFry rekomendował pierwszy zabieg 0–34 dni wcześniej przed rzeczywistym wystąpieniem zarazy. Ochrona prowadzona wg systemu NegFry pozwoliła na skuteczne zwalczanie zarazy i jednocześnie zredukowanie liczby zabiegów w porównaniu z rutynowym modelem ochrony.

Słowa kluczowe: ziemniak, ochrona, NegFry, zaraza ziemniaka

Chemical protection against potato late blight can either comprise the intensive usage of fungicides starting from potato emergence or base as sustainable protection, on forecasting of pathogen occurrence and utilize decision support systems that can help to predict the date of disease outbreak to determine the timing of first treatment. Field experiments on usefulness of NegFry decision support system in potato protection against late blight in northern part of Poland were conducted at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Bonin, in the years 2002–2004. The effectiveness of different potato protection systems was compared. Under Bonin climatic conditions, the NegFry system recommended the first spray 0–34 days before the late blight was found at the trial site. Protection performed according to the NegFry indications resulted both in control of late blight and in reduction of a number of fungicide treatments compared to the routine model.

Key words: potato, late blight, protection, NegFry

WSTĘP

Ziemniak ze względu na wegetatywny sposób rozmnażania jest szczególnie narażony na rozwój patogenów, które najczęściej przeżywają niekorzystny dla siebie okres zimowy w bulwach. Możliwość przenoszenia większości patogenów poprzez sadzeniaki na następny sezon sprawia, że ochrona plantacji w okresie wegetacyjnym jest jednym z ważniejszych elementów w technologii uprawy ziemniaka. Spośród wielu organizmów atakujących rośliny ziemniaka *Phytophthora infestans* — sprawca zarazy — pozostaje jednym z ważniejszych gospodarczo patogenów. Straty plonu spowodowane przedwczesnym zniszczeniem części asymilacyjnej roślin na niechronionych plantacjach sięgają 70% (Hoffman, Schmutterer, 1983), a w skrajnych przypadkach, przy wczesnych epidemiach, nawet 100% (Fry, 1994). W warunkach Polski straty plonu na plantacjach niechronionych w ciągu ostatnich pięciu lat szacowano na 21,6 do 57,2% (Kapsa, 2004).

W krajach, dla których ziemniak stanowi ważną uprawę, do ochrony przed zarazą podchodzi się w różny sposób. W większości krajów Europy ochrona plantacji polega przede wszystkim na ochronie chemicznej ziemniaków, która w większości sprowadza się do wielokrotnych aplikacji fungicydów w chwili wystąpienia pierwszych objawów choroby w polu lub dużo wcześniej — profilaktycznie. Liczba stosowanych w różnych krajach zabiegów chemicznych przeciwko zarazie waha się od 2 do 20, w zależności od technologii uprawy czy presji infekcyjnej patogena (Schepers, 2003). Obserwacje wykonane w latach 1999–2003 na 286 plantacjach ziemniaka wskazują, że w warunkach naszego kraju dominuje „model” dwóch aplikacji fungicydowych w sezonie (Kapsa, 2004).

Nowoczesne podejście do ochrony wymaga wiarygodnego prognozowania, monitorowania wystąpienia patogena i wywoływanej przez niego choroby, a zastosowanie w ochronie różnych systemów decyzyjnych ma na celu precyzyjniejsze określenie daty pierwszego i kolejnych zabiegów fungicydowych, aby zminimalizować liczbę aplikacji przy jednoczesnym zachowaniu dobrej skuteczności ochrony.

Jednym z systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka, stosowanych w kilku krajach Europy, jest system NegFry. Podstawą określenia terminu rozpoczęcia ochrony są dane meteorologiczne, wpływające zarówno na rozwój uprawy jak i epidemiologię patogena.

Celem badań prowadzonych w Zakładzie IHAR w Boninie było sprawdzenie przydatności systemu decyzyjnego NegFry w warunkach północnej Polski oraz porównanie jego skuteczności z innymi, wybranymi programami ochrony przed zarazą.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie, w latach 2002–2004. Doświadczenia polowe przeprowadzono według metodyki EPPO stosowanej w badaniach skuteczności fungicydów. Każdego roku analizowano wpływ warunków meteorologicznych na presję infekcyjną patogena na

odmianie wzorcowej Irga (odporność na zarazę 2 w skali 9-stopniowej). Kryterium oceny stanowiły:

- poziom porażenia zarazą odmiany wzorcowej pod koniec okresu wegetacji, czyli procent zniszczonej powierzchni liści — obliczany wg wartości liczbowych odpowiadających stopniom odporności skali 9-stopniowej (Pietkiewicz, 1972),
- tempo rozwoju choroby, czyli przyrost zniszczenia roślin w jednostce czasu (Van der Plank, 1963),
- AUDPC, czyli powierzchnia pod krzywą postępu choroby (Fry, 1978; Shaner, Finney, 1977).

Przydatność systemu NegFry w warunkach północnej Polski sprawdzano w doświadczeniach polowych na trzech odmianach ziemniaka, różniących się stopniem odporności na zarazę. W latach 2002–2003 doświadczenia prowadzono na dwóch odmianach Bekas (odporność 2) i Łucja (odporność 5). W roku 2004 badania wykonano na odmianie Irga (odporność 2).

Oceniano skuteczność ochrony ziemniaka przed zarazą, prowadzonej według trzech różnych systemów ochrony: rutynowego, NegFry i tzw. polskiego standardu, w porównaniu z niechronioną kontrolą.

Ochrona prowadzona rutynowo polegała na aplikowaniu fungicydów co 7–10 dni, od momentu zwarcia roślin w rzędach.

W ochronie prowadzonej według systemu NegFry termin pierwszego i kolejnych zabiegów system wyznaczał automatycznie w oparciu o dzienne (DRV) i skumulowane (ARV) jednostki ryzyka wystąpienia zarazy (obliczane na podstawie czasu trwania wysokiej wilgotności). Przekroczenie DRV powyżej wartości 7 i ARV powyżej wartości 130 świadczy o zagrożeniu wystąpienia zarazy w rejonie.

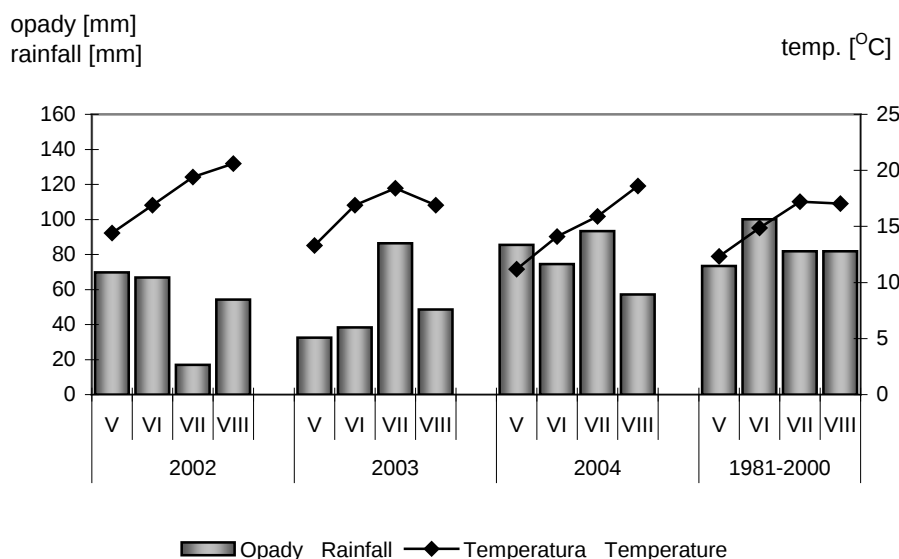
"Polski standard" to najczęściej stosowany w naszym kraju model ochrony plantacji przed zarazą, obejmujący dwa zabiegi fungicydowe, po stwierdzeniu pierwszych objawów zarazy na polu.

W ochronie rutynowej i wg systemu NegFry stosowano działający powierzchniowo fungicyd fluazynam (Altima 500 SC). W ochronie według "polskiego standardu" do pierwszego zabiegu stosowano mieszaninę metalaksylu M z mankozebem (Ridomil Gold MZ 68 WG) o działaniu układowo-kontaktowym, a do drugiego fluazynam (Altima 500 SC).

Kryterium oceny skuteczności prowadzonej ochrony stanowiły: poziom porażenia roślin zarazą (procent zniszczonej powierzchni liści) i skuteczność ochrony w porównaniu z kontrolą (procent zahamowania zniszczenia).

WYNIKI

Przebieg warunków meteorologicznych, przede wszystkim ilość opadów w okresie maj — wrzesień (rys. 1) wpłynęły wyraźnie na termin wystąpienia zarazy i poziom porażenia zarazą odmiany kontrolnej Irga (tab. 1).



Rys. 1. Warunki klimatyczne w sezonie wegetacyjnym w latach 2002-2004
Fig.1. Climatic condition in the growing season in the years 2002-2004

Tabela 1

Wpływ warunków meteorologicznych na presję infekcyjną patogena w sezonie wegetacyjnym
Influence of meteorological conditions on pathogen infection pressure in the growing season

Lata Years	Warunki meteorologiczne w miesiącach V-VIII Meteorological conditions in months V-VIII		Data wystąpienia zarazy Date of late blight appearance	Zniszczenie odm. wzorcowej (%) Destruction of reference cv. (%)	Tempo rozwoju zarazy Rate of late blight development	AUDPC*
	opady (mm) precipitation (mm)	średnia temp. °C Mean temp. °C				
2002	296,7	17,7	26.06.	77,5	0,224	0,205
2003	206,0	16,6	14.07.	90,7	0,232	0,354
2004	310,6	15,5	28.06.	99,6	0,400	0,442

*AUDPC= powierzchnia pod krzywą postępu choroby

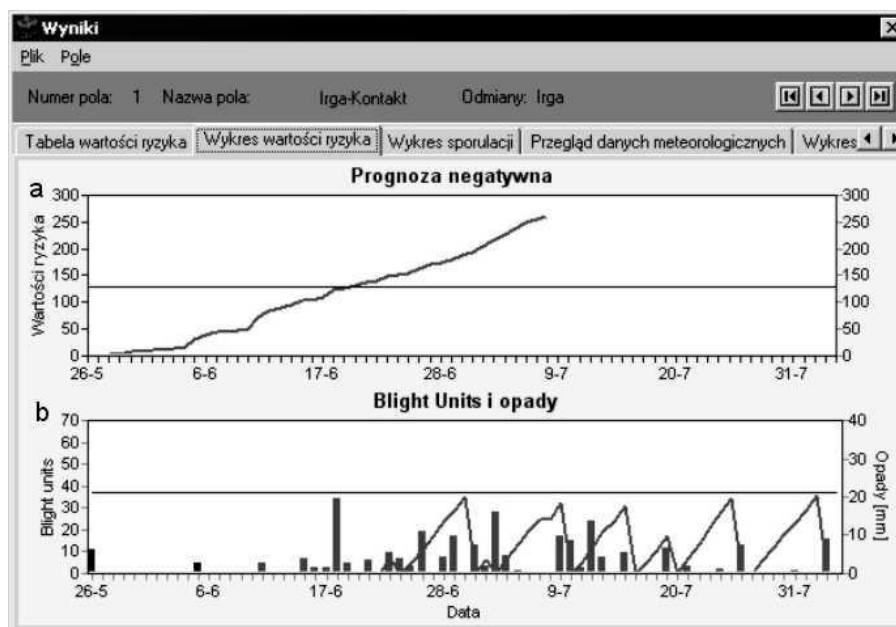
*AUDPC= area under disease progress curve

Zaraza pojawiła się najwcześniej w 2002 roku (26 czerwca), po obfitych opadach deszczu występujących w czerwcu. Tempo szerzenia choroby na odmianie wzorcowej było jednak niezbyt wysokie ($r = 0,224$).

W sezonie 2003 zaraza wystąpiła na polu bardzo późno, odpowiednio 18 i 16 dni później w porównaniu z pozostałymi latami.

Największe nasilenie zarazy i najwyższą presję infekcyjną patogena stwierdzono natomiast w sezonie 2004, który charakteryzował się największą ilością opadów w okresie wegetacyjnym (maj-sierpień) i najniższą temperaturą czerwca. W tym właśnie sezonie obserwowano najwyższy przyrost zniszczenia roślin w jednostce czasu, spowodowany rozwojem zarazy ($r = 0,400$), i największą wartość AUDPC = 0,442.

Obserwacje wykonane w Boninie w latach 2002–2004 wykazały przydatność systemu NegFry w prognozowaniu zarazy. Na podstawie prognozy negatywnej system NegFry wyznaczał moment zagrożenia wystąpienia choroby, w oparciu o dzienne (DRV) i skumulowane (ARV) "jednostki zarazowe" (rys. 2 a). W rzeczywistości pierwsze objawy choroby znaleziono w Boninie o 5–11 dni później, niż wskazywał to testowany system (tab. 2).



Rys. 2. System wspomagający podejmowanie decyzji NegFry
Fig. 2. Decision support system NegFry

Tabela 2

Porównanie terminów rzeczywistego wystąpienia zarazy i prognozy wg systemu NegFry
Comparison of real date of late blight appearance and forecast according to NegFry system

Rok Year	Data wystąpienia zarazy Date of late blight appearance		Różnica (dni) Difference (days)	ARV*	DRV**
	data wystąpienia objawów choroby date of visible symptoms of the disease	prognoza wg NegFry forecast acc. NegFry			
2002	26.06.	16.06.	10	139,2	10,3
2003	14.07.	03.07.	11	131,5	12,9
2004	28.06.	23.06.	5	147,9	8,1

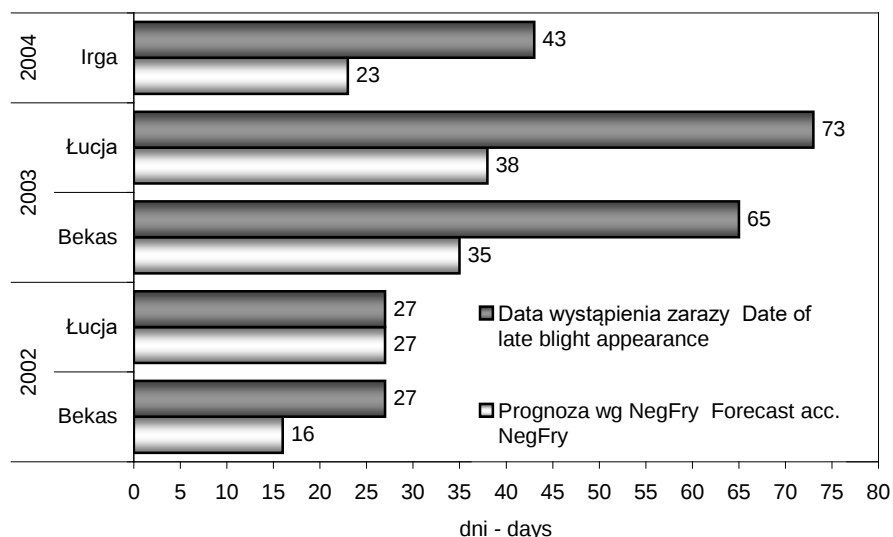
* ARV — Skumulowana wartość ryzyka; * ARV — Accumulated risk value

** DRV — Dzienna wartość ryzyka; ** DRV — Daily risk value

W doświadczeniach polowych, testujących skuteczność różnych programów ochrony, system NegFry precyzyjnie określił termin pierwszego zabiegu przeciwko zarazie

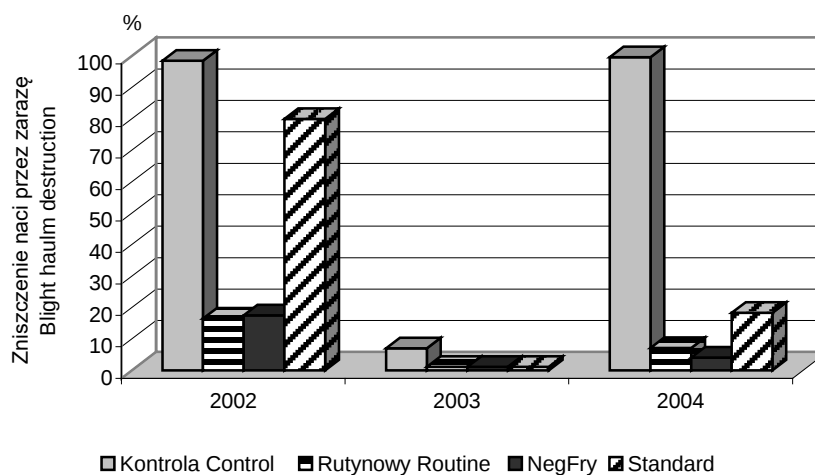
ziemniaka — 0–20 dni przed rzeczywistym wystąpieniem choroby w latach 2002 i 2004 (rys. 3). W sezonie 2003 system wskazywał zagrożenie wystąpienia zarazy w doświadczeniu na początku lipca (5 i 8 lipca) i był to termin o miesiąc za wczesny.

Na podstawie dziennych (DRV) i skumulowanych (ARV) jednostek zagrożenia wystąpienia zarazy system NegFry wyznaczał także terminy kolejnych zabiegów fungicydowych (rys. 2 b).



Rys. 3. Różnica między rzeczywistym wystąpieniem zarazy i wyznaczonym przez system NegFry
Fig. 3. Difference between real date of late blight appearance and forecast according to NegFry system

We wszystkich latach badań programy ochrony rutynowej i według systemu decyzyjnego NegFry skutecznie chroniły rośliny ziemniaka przed rozwojem zarazy (rys. 4). Efekt był szczególnie widoczny w sezonach 2002 i 2004. Poziom porażenia roślin zarazą na polstkach chronionych według systemu NegFry nie odbiegał od poziomu porażenia roślin chronionych rutynowo. W sezonie 2002 porażenie roślin na polstkach odmiany Bekas chronionych według NegFry wynosiło 17,5%, podczas gdy na polstkach chronionych rutynowo 16,5%. Na odmianie Łucja ochrona była jeszcze bardziej skuteczna. Porażenie roślin zarazą tydzień po ostatnim zabiegu fungicydowym sięgało odpowiednio: 13,1 i 13,4%. W sezonie 2004 efektywność ochrony prowadzonej wg systemu NegFry i rutynowo były bardzo zbliżone — porażenie roślin sięgało 4,1 i 7,1%. Różnice w porażeniu roślin na polstkach chronionych wg obu systemów nie były statystycznie istotne. W sezonie 2003 niska presja infekcyjna patogena, późne wystąpienie zarazy i słabe nasilenie choroby aż do końca lipca, spowodowały słabe zróżnicowanie skuteczności poszczególnych programów ochrony, nawet w porównaniu z niechronioną kontrolą.



Rys. 4. Hamowanie rozwoju zarazy na poletkach chronionych według różnych systemów ochrony
Fig. 4. Inhibition of late blight development on plots protected using different control systems

Tabela 3

Wpływ modelu ochrony na skuteczność zwalczania zarazy
Influence of protection model on the efficacy of late blight control

Rok Year	Odmiana Cultivar (*)	System ochrony Protection system	Zniszczenie naci (%) Haulm destruction (%)	Skuteczność ochrony (%) Efficacy of protection (%)	Liczba zabiegów Number of sprays
2002	Bekas (B1)	kontrola — untreated	98,5	—	—
		rutynowy — routine	16,5	83,2	7
		NegFry	17,5	82,2	5
		standard	80,0	18,8	2
	Łucja (B2)	kontrola — untreated	88,5	—	—
		rutynowy — routine	13,1	85,2	7
NegFry		13,4	84,9	4	
standard		56,8	35,8	2	
2003	Bekas (B1)	kontrola — untreated	7,0	—	—
		rutynowy — routine	1,1	84,3	5
		NegFry	1,1	84,3	3
		standard	1,1	84,3	2
	Łucja (B2)	kontrola — untreated	5,0	—	—
		rutynowy — routine	1,1	78,0	4
NegFry		1,1	78,0	3	
standard		0,9	82,0	2	
2004	Irga (B1)	kontrola — untreated	99,6	—	—
		rutynowy — routine	7,1	92,9	5
		NegFry	4,1	95,9	4
		standard	18,3	81,6	2

(*) Odporność odmian: B1 — Bardzo podatna, B2 — Średnio podatna, B3 — Średnio odporna

(*) Cultivar resistance: B1 — Very susceptible, B2 — Mid susceptible, B3 — Mid resistant

We wszystkich doświadczeniach poziom zniszczenia roślin przez zarazę, na poletkach chronionych wg systemu NegFry nie odbiegał od poziomu porażenia roślin chronionych rutynowo. Zastosowanie systemu wspomagającego podejmowanie decyzji, który szczegółowo określał terminy i potrzebę zabiegu, pozwoliło zmniejszyć liczbę aplikacji chemicznych o 1–3 w porównaniu z opryskiwaniem rutynowym (4–7 zabiegów w zależności od roku i odmiany), przy zachowaniu równie wysokiej skuteczności (tab. 3).

DYSKUSJA

Od kilku lat trwają w Polsce prace badawcze i organizacyjne nad przygotowaniem internetowego systemu doradczego w ochronie ziemniaka przed zarazą do ogólnodostępnego użytkowania. W pracach tych uczestniczą zarówno instytuty naukowo-badawcze (IHAR Bonin, IOR, IUNG, IMiGW), jak i służby doradcza (GIORIN, ODR-y).

System ten, w ostatecznej wersji, będzie zawierał komputerowe programy doradcze umożliwiające podjęcie decyzji o przeprowadzaniu zabiegu chemicznego w zależności od kilku czynników rodzaju uprawy, warunków meteorologicznych oraz ekonomicznych. Pozwoli on na precyzyjne ustalenie terminu rozpoczęcia ochrony i terminu kolejnych, koniecznych aplikacji fungicydowych.

System wspomagający podejmowanie decyzji NegFry, stosowany w ochronie ziemniaka przed zarazą, został rozwinięty w Danii w latach 1992–1993 (Hansen, 1993; Hansen i in., 1995). NegFry powstał na bazie dwóch wcześniej istniejących modeli "prognozy negatywnej" dla prognozowania wystąpienia ryzyka infekcji pierwotnej (Ullrich, Schrödter, 1966) i modelu wyznaczającego terminy kolejnych aplikacji fungicydowych w czasie sezonu (Fry i in., 1983). Mimo że system NegFry został przystosowany do warunków Danii, wyniki walidacyjne z innych krajów, świadczące o jego przydatności w ochronie ziemniaka, są podobne (Hansen i in., 2002).

W Polsce wstępne testowanie przydatności systemu NegFry zostało przeprowadzone już wcześniej, w doświadczeniach mikropoletkowych (Wójtowicz, Piekarczyk, 1998) i doświadczeniach produkcyjnych (Kapsa, Osowski, 2002; Kapsa i in., 2003). Autorzy wykazali dużą przydatność systemu NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą i opłacalność ekonomiczną ochrony z jego zastosowaniem.

Dalsze badania, sprawdzające przydatność systemu NegFry w ochronie ziemniaka w warunkach klimatycznych Polski, kontynuowano m.in. na terenie Polski północnej. Obserwacje przeprowadzone w ZNiOZ w Boninie wykazały, że prognozowanie wystąpienia zarazy przez system NegFry, na podstawie danych meteorologicznych (prognoza negatywna) było dokładne i wskazywało na ryzyko wystąpienia infekcji 5–11 dni przed znalezieniem objawów zarazy na roślinach.

W latach 2002 i 2004 system NegFry rekomendował wykonanie pierwszego zabiegu od 0 do 20 dni przed znalezieniem objawów choroby. W sezonie 2003, system wskazywał zagrożenia wystąpienia zarazy w doświadczeniu na początku lipca i był to termin o 30–35 dni wcześniejszy w porównaniu z rzeczywistym terminem wystąpienia pierwszych objawów choroby na poletkach doświadczalnych. Ten błąd techniczny wyniknął z nietypowego układu warunków meteorologicznych panujących w sezonie wegetacyjnym

(w lipcu susza i 2 dni obfitych opadów, wsiąkających natychmiast do gleby i niemających wpływu na rozwój patogena). Takie nietypowe warunki pogodowe panowały w całej Polsce w sezonie 2003. Według Gunna (1990) na polu ziemniaczanym powinny być wykonane 2–4 zabiegi profilaktyczne przed wystąpieniem zarazy w uprawie, co oznacza rozpoczęcie ochrony przed zarazą ok. 5–30 dni przed jej wystąpieniem. Inne systemy decyzyjne testowane w Europie wskazywały na potrzebę rozpoczynania ochrony plantacji 15–44 dni przed stwierdzeniem objawów choroby (Hansen i in., 2002)

Precyzyjne określenie terminu pierwszej i kolejnych aplikacji fungicydów w prowadzonych doświadczeniach wpłynęło na dobrą skuteczność ochrony prowadzonej według systemu NegFry w porównaniu z innymi programami ochrony. Pozwoliło jednocześnie zmniejszyć liczbę aplikacji fungicydowych średnio o 29,4% (na odmianie podatnej) i o 36,4% (na odmianie średnio odpornej). W badaniach prowadzonych w Skandynawii system decyzyjny NegFry pozwolił zmniejszyć liczbę aplikacji o 50% (Hansen i in., 1995). Zastosowanie innych, porównywalnych systemów decyzyjnych również pozwala redukować "wkład" fungicydowy o 8–62% w porównaniu z ochroną rutynową (Hansen i in., 2002).

Możliwość zmniejszenia liczby zabiegów, z jednoczesnym zachowaniem dobrej skuteczności ograniczania rozwoju zarazy, jaką stwarza system wspomagający podejmowanie decyzji w ochronie ziemniaka, stanowi ważny wkład dla ochrony środowiska.

WNIOSKI

1. System wspomagający podejmowanie decyzji NegFry, stosowany w ochronie ziemniaka przed zarazą, okazał się przydatny w określaniu ryzyka wystąpienia zarazy w warunkach klimatycznych północnej Polski.
2. Skuteczność ochrony wg systemu NegFry pozostawała na poziomie skuteczności ochrony rutynowej.
3. Precyzyjne określenie terminów zabiegów fungicydowych pozwoliło zmniejszyć ich liczbę średnio o 33,4%; szczególnie wyraźnie jest to widoczne na odmianie odporniejszej.

LITERATURA

- Fry W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology* 67: 415 — 420.
- Fry W. E. 1994. Role of early and late blight suppression in potato pest management. In: *Advances in potato pest biology and management*. G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman. The American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 166 — 177.
- Fry W. E., Apple A. E., Bruhn J. A. 1983. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73: 1054 — 1059.
- Gunn J. S. 1990. *Crop protection handbook — potatoes*. British Crop Protection Council, UK: 192 s.
- Hansen J. G. 1993. The use of meteorological data for potato late blight forecasting in Denmark. In: *Workshop on Computer-based DSS on Crop Protection* Parma, Italy, 23-26 November 1993. Secher B. J. M., Rossi V., Battilani P. (eds.). Danish Institute of Plant and Soil Science. SP Report no 7: 183 — 193.

- Hansen J. G., Anderson B., Hermansen A. 1995. NEGFry — A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: *Phytophthora* 150. Dowley L. J., Bannon E., Cooke L. R., Keane T., O'Sullivan E. (eds.). Dublin, Ireland: Boole: 201 — 208.
- Hansen J. G., Kleinhenz B., Jorg E., Wander J. G. N., Spits H. G., Dowley L. J., Rauscher E., Michelante D., Dubois L., Steenblock T. 2002. Results of validation trials of *Phytophthora* DSSs in Europe, 2001. PPO-Special Report 2 no. 8. (2002). Proc. 6th Workshop of a European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Edinburgh, Scotland, 26–30 September 2001: 231 — 242.
- Hoffman G. M., Schmutterer H. O. 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą (*P.infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Progress Plant Protection. Postępy w Ochronie Roślin, Vol. 44 (1): 129 — 137.
- Kapsa J., Osowski J. 2002. Wprowadzanie i ocena systemu decyzyjnego NegFry w strategii przed zarazą ziemniaka w warunkach polskich. Biul. IHAR 223/224: 351 — 359.
- Kapsa J., Osowski J., Bernat E. 2003. NegFry — decision support system for late blight control in potato crops — results of validation trials in north Poland. J. Plant Prot. Res. Vol.43, 2: 171 — 179.
- Pietkiewicz J. 1972. Badanie odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* de Bary) na odciętych listkach. Biul. Inst. Ziemn. 9: 17 — 31.
- Schepers H. T. A. M. 2003. The development and control of *Phytophthora infestans* in Europe in 2002. PPO-Special Report no. 9. Proc.7th Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Poznań, 6–10 October 2002: 9 — 22.
- Shaner G., Finney R. E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. Phytopathology 67: 1051 — 1056.
- Ullrich J., Schrödter H. 1966. Das Problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrautfäule (*Phytophthora infestans*) und die Möglichkeit seiner Lösung durch eine „Negativprognose“. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Braunschweig) 18: 33 — 40.
- Van der Plank J. E. 1963. Plant disease: Epidemics and control. Academic Press, New York.
- Wójtowicz A., Piekarczyk J. 1998. Porównanie skuteczności wybranych systemów wspierających podejmowanie decyzji w zwalczaniu zarazy ziemniaka. Prog. Plant Prot. Vol. 38 (2): 358 — 361.

JERZY OSOWSKIZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Możliwość wykorzystania cynku w ochronie ziemniaka przed alternariozą

A possibility to use zinc in protection of potatoes against early blight

W latach 2003–2004 prowadzono w Boninie doświadczenia z wykorzystaniem nawozów dolistnych do ograniczania rozwoju alternariozy na roślinach ziemniaka. W doświadczeniu oceniano 6 różnych wariantów ochrony. Najwyższą skuteczność w ograniczaniu rozwoju choroby uzyskano dla wariantu 2 × Basfoliar 12-4-6 w dawce 2,0 l/ha (86,0%) i 2 × ½ ochrony (dawki zmniejszone o 50%) + Basfoliar 12-4-6 w dawce 2,0 l/ha (85,3%).

Słowa kluczowe: alternarioza, cynk, ochrona chemiczna, nawożenie dolistne, redukcja dawki, ziemniak

The efficacy of different leaf fertilizers in reducing the incidence of early blight in potato plants was compared in the field investigations carried out in the years 2003–2004 in Bonin. Six variants of plant protection were assessed. The best results were obtained with the following variants: (2x) Basfoliar 12-4-6, applied at a dose of 2.0 l/ha (rate of efficacy 86%), and half-dose chemical protection (Antracol 70 WG, Unikat 75 WG) + Basfoliar 12-4-6 (2 l/ha) (rate of efficacy 85.3%).

Key words: chemical control, dose reduction, early blight, leaf fertilization, zinc

WSTĘP

W ostatnich latach obserwuje się tendencje do ograniczania ilości zużycia substancji aktywnej stosowanej w chemicznej ochronie plantacji przed patogenami i szkodnikami poprzez obniżanie wysokości stosowanych dawek środków ochrony roślin, albo przez wydłużanie przerw między kolejnymi zabiegami (Fry, 1978). Według Pietkiewicza i wsp. (1988), Pietkiewicza (1992) kolejnym elementem umożliwiającym redukcję dawek środków stosowanych do zwalczania patogenów w okresie wegetacji bez obniżenia efektywności stosowanej ochrony jest dodatek nawozów dolistnych. Doświadczenia przeprowadzone przez Pietkiewicza i wsp. (1988), Pietkiewicza (1992) i Kapsę (2002) potwierdzają taką możliwość.

Spośród mikroelementów niezbędnych do prawidłowego rozwoju i plonowania roślin dużą rolę odgrywa cynk. Według Szukalskiego (1979) do fizjologicznych funkcji cynku

zaliczyć możemy jego wpływ na syntezę hormonów wzrostu (regulatorów wzrostu), wpływa on także na różne procesy metaboliczne, m.in. przemianę białek i węglowodanów, syntezę witamin (B, C, P) i chlorofilu oraz procesy oksydoredukcyjne.

Ze względu na istotne znaczenie cynku dla wielu procesów życiowych roślin, pierwiastek ten zaczęto stosować jako dodatek do substancji aktywnych wielu fungicydów w celu zwiększenia ich skuteczności działania. Obecnie do zwalczania alternariozy zarejestrowanych jest 28 środków ochrony roślin. Ponad 2/3 spośród nich posiada w swoim składzie dodatek cynku jako czynnika wspomagającego ich działanie.

Celem doświadczenia było sprawdzenie, czy dodatek nawozów dolistnych zawierających cynk wpływa na ograniczanie rozwoju alternariozy i wspomaga działanie środków ochrony roślin, i czy redukcja dawek środków ochrony roślin pozwoli zachować dobrą skuteczność ochrony przed grzybami z rodzaju *Alternaria*.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę wykorzystania nawozów dolistnych w hamowaniu tempa rozwoju choroby i wspomagania działania fungicydów prowadzono w IHAR — Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie w latach 2003–2004. Doświadczenie wykonano na dwóch odmianach ziemniaka: bardzo wczesna Frezja i średnio wczesna Karlana. W ochronie przed alternariozą zastosowano różne warianty ochrony:

- kontrola (bez nawożenia dolistnego i ochrony chemicznej),
- pełna ochrona chemiczna (Antracol 70 WG - 1,8 kg/ha, Unikat 75 WG - 2,0 kg/ha),
- ½ ochrony (ochrona chemiczna w dawkach o połowę niższych),
- ½ ochrony + nawożenie dolistne Insol ZBR (2,0 l/ha),
- ½ ochrony + nawożenie dolistne Basfoliar 12-4-6 (2,0 l/ha),
- nawożenie dolistne Insol ZBR (2,0 l/ha),
- nawożenie dolistne Basfoliar 12-4-6 (2,0 l/ha).

Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków. Zabiegi ochrony roślin i dolistnego nawożenia wykonywano dwa razy w sezonie w odstępach co 7–10 dni. Pierwsze zabiegi ochronne wykonywano od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby na roślinach ziemniaka. Tempo rozwoju choroby oceniano co 10 dni według skali 9-stopniowej, gdzie 9 — oznacza brak objawów choroby, a 1 — całkowite zniszczenie rośliny. Uzyskane w ocenie połowej stopnie porażenia dla dalszych obliczeń zamieniono na procent zniszczenia powierzchni liści według Pietkiewicza (1972).

Po zakończeniu okresu wegetacji z każdego poletka pobrano próby bulw o wadze około 10 kg i przeprowadzono ocenę zdrowotności plonu. Ocena obejmowała porażenie bulw potomnych sprawcami zgnilizn (mokra i sucha zgnilizna, zaraza ziemniaka, alternarioza).

Na pobranych próbach oceniano także udział poszczególnych frakcji plonu (plon użytkowy — bulwy o wielkości powyżej 30 mm, plon frakcji sadzeniaka — 30–60 mm i plon bulw dużych — pow. 60 mm).

W celu wykonania obliczeń statystycznych wyniki obserwacji występowania chorób (wartości wyrażone w procentach) przekształcano za pomocą transformacji Bliss'a oraz wykonano analizę wariancji.

WYNIKI

Warunki meteorologiczne panujące w Boninie (tab. 1) w okresie wegetacji w latach objętych prowadzonym doświadczeniem nie sprzyjały rozwojowi alternariozy, szczególnie mało korzystny był rok 2004. Średnie temperatury powietrza były o około 2–5°C niższe w porównaniu z rokiem 2003 i średnią za okres wielolecia. Taki przebieg warunków meteorologicznych wpłynął na termin wystąpienia alternariozy na poletkach doświadczalnych. W porównaniu z rokiem 2003 stwierdzono późniejszy o 5 dni termin wystąpienia pierwszych objawów choroby.

Wyniki oceny skuteczności działania testowanych wariantów ochrony przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w Boninie w okresie maj-sierpień w latach 2003–2004 w porównaniu do wielolecia
Comparison of meteorological conditions in the period May–August in the years 2003–2004 and 1971–2001 in Bonin

Miesiące Months	Opady (mm) Rainfall (mm)			Temperatura (°C) Temperature (°C)		
	2003	2004	1971–2001	2003	2004	1971–2001
V	32,6	40,8	65,8	13,3	8,3	12,2
VI	38,4	85,4	104,4	16,9	11,2	15,0
VII	86,4	74,6	91,1	18,4	14,1	16,9
VIII	48,6	93,4	91,8	17,6	15,9	16,9

Na kombinacji kontrolnej (bez nawożenia dolistnego i ochrony chemicznej) stwierdzono większe występowanie alternariozy w porównaniu do wariantów z prowadzoną ochroną i nawożeniem dolistnym dla każdej z ocenianych odmian. Różnice w wysokości porażenia między ocenianymi wariantami ochrony były niewielkie, ale istotne statystycznie (NIR = 0,5%).

Najwyższą skuteczność w ograniczaniu rozwoju alternariozy stwierdzono dla wariantu z dwukrotnym zastosowaniem Basfoliaru 12-4-6 (średnio 86%) i wariantu ½ ochrony + Basfoliar 12-4-6 (85,3%).

Kolejnym elementem ocenianym w prowadzonym doświadczeniu była wielkość i struktura plonu (tab. 3). W ocenie wielkości plonu ogólnego stwierdzono istotne różnice między testowanymi odmianami (NIR = 1,9 t/ha) niezależnie od ocenianej kombinacji. Wyższy plon uzyskano dla bardzo wczesnej odmiany Frezja. Wśród badanych kombinacji (średnia z dwóch odmian) najwyższy plon uzyskano w kombinacji Basfoliar 12-4-6 (33,1 t/ha) i ½ ochrony + Basfoliar 12-4-6 (32,1 t/ha). Różnice w wysokości plonu uzyskanego w ocenianych kombinacjach były istotne statystycznie (NIR = 3,5 t/ha). W ocenie struktury uzyskanego plonu nie stwierdzono istotnego statystycznie zróżnicowania we frakcji sadzeniaków. Zakres plonu wynosił od 16,5 t/ha w kombinacji z pełną ochroną (średnia z odmian) do 18,4 t/ha — ½ ochrony.

Tabela 2

Porażenie alternariozą w okresie wegetacji w latach 2003–2004 w zależności od zastosowanego wariantu doświadczenia
The early blight infection in the vegetation period in the years 2003–2004 depending on the treatment applied

Odmiana Variety	Wariant ochrony Variant of protection	Porażenie alternariozą Early blight infection (%)	% skuteczności effectiveness %
Frezja	kontrola control	33,8	—
	Pełna ochrona — full-dose protection	5,9	82,5
	1/2 ochrony — half-dose protection	6,5	80,8
	1/2 ochrony— half-dose protection + Insol ZBR	5,2	84,6
	1/2 ochrony — half-dose protection + Basfoliar 12-4-6	4,3	87,3
	Insol ZBR	5,9	82,5
	Basfoliar 12-4-6 (2x)	4,8	85,8
Karlana	kontrola control	18,3	—
	Pełna ochrona — full-dose protection	3,9	78,7
	1/2 ochrony — half-dose protection	3,8	79,5
	1/2 ochrony— half-dose protection + Insol ZBR	2,7	85,2
	1/2 Ochrony— half-dose protection + Basfoliar 12-4-6	3,4	81,7
	Insol ZBR	3,6	80,3
	Basfoliar 12-4-6 (2x)	2,5	86,3
	NIR $\alpha = 0,05$	0,5	
LSD $\alpha = 0,05$			
Frezja		9,5	
Karlana		5,4	
NIR $\alpha = 0,05$		0,1	
LSD $\alpha = 0,05$			
Kontrola Control		26,0 c	—
Pełna ochrona — full-dose protection		4,9 b	81,2
1/2 ochrony — half-dose protection		5,1 b	80,3
1/2 ochrony— half-dose protection + Insol ZBR		4,0 a	84,8
1/2 Ochrony— half-dose protection + Basfoliar 12-4-6		3,8 a	85,3
Insol ZBR		4,8 b	81,7
Basfoliar 12-4-6 (2x)		3,7 a	86,0
NIR $\alpha = 0,05$		0,3	
LSD $\alpha = 0,05$			

Istotne statystycznie zróżnicowanie wśród porównywanych wariantów ochrony stwierdzono w wysokości uzyskanego plonu frakcji bulw dużych (> 60 mm) dla każdej z odmian (NIR= 4,5 t/ha). Zakres plonów dla odmiany Frezja wynosił od 12,3 t/ha (kontrola) do 17,1 t/ha (1/2 ochrony + Basfoliar 12-4-6), a dla odmiany Karlana od 5,9 t/ha (Insol ZBR) do 10,5 t/ha (Basfoliar 12-4-6). Średni plon frakcji bulw dużych dla ocenianych wariantów ochrony zawierał się w zakresie od 9,7 t/ha (Insol ZBR) do 13,0 t/ha (Basfoliar 12-4-6). Najwyższe różnice w wysokości plonu tej frakcji stwierdzono dla wariantu 1/2 ochrony + Basfoliar 12-4-6 (+ 25, 2% w porównaniu do kontroli) i Basfoliar 12-4-6 (+ 31,3%).

Tabela 3

Wpływ wariantów ochrony na plon ziemniaka i jego strukturę
The influence of protection variants on potato yield and yield structure

Odmiana Variety	Wariant ochrony The variant of protection	Plon (t/ha) Yield (t/ha)			
		ogólny total	handlowy marketable (> 30 mm)	sadzeniaków seed- potatoes (30-60 mm)	do przetwórstwa for processing (> 60 mm)
Frezja	kontrola control	32,8	31,1	18,9	12,3
	pełna ochrona — full-dose protection	33,0	31,7	16,3	15,4
	½ ochrony — half-dose protection	34,0	32,5	18,4	14,3
	½ ochrony — half-dose protection + Insol ZBR	32,2	30,9	16,8	14,2
	½ ochrony — half-dose protection + Basfoliar 12-4-6	35,4	34,2	17,1	17,1
	Insol ZBR	31,9	30,6	17,2	13,5
	Basfoliar 12-4-6 (2x)	35,7	34,1	18,6	15,5
Karlana	kontrola control	26,2	24,0	16,5	7,5
	pełna ochrona — full-dose protection	27,4	24,2	16,7	7,6
	½ ochrony — half-dose protection	26,0	24,2	18,4	5,9
	½ ochrony — half-dose protection + Insol ZBR	25,8	23,7	17,1	6,6
	½ ochrony — half-dose protection + Basfoliar 12-4-6	28,7	26,4	18,8	7,6
	Insol ZBR	24,7	22,3	16,4	5,9
	Basfoliar 12-4-6 (2x)	30,6	27,9	17,5	10,5
NIR $\alpha = 0,05$		5,0	5,1	n.i. - n.s.*	4,5
LSD $\alpha = 0,05$					
Frezja		33,6	17,6	14,6	14,6
Karlana		27,0	17,3	7,3	7,3
NIR $\alpha = 0,05$		1,9	n.i. n.s.	1,7	1,7
LSD $\alpha = 0$					
Kontrola Control		29,5 a	27,5 a	17,7	9,9 a
Pełna ochrona — full-dose protection		30,2 a	27,9 a	16,5	11,5 a
½ ochrony — half-dose protection		30,0 a	28,3 a	18,4	10,1 a
½ ochrony — half-dose protection + Insol ZBR		29,0 a	27,3 a	16,9	10,4 a
½ ochrony — half-dose protection + Basfoliar 12-4-6		32,1 b	30,3 b	17,9	12,4 a
Insol ZBR		28,3 a	26,4 a	16,8	9,7 a
Basfoliar 12-4-6 (2x)		33,1 b	31,0 b	18,0	13,0 b
NIR $\alpha = 0,05$		3,5	3,6	n.i. - n.s.	3,2
LSD $\alpha = 0,05$					

* n.i. - n.s. — Nieistotne; Not significant

DYSKUSJA

Alternarioza ziemniaka jest chorobą o rosnącym z roku na rok znaczeniu związanym z czasem wystąpienia na roślinach ziemniaka. W warunkach Polski choroba ta pojawia się najczęściej około 50–70 dni od sadzenia (Osowski, 2001). Ważnym czynnikiem sprzyjającym wystąpieniu i rozwojowi choroby są warunki atmosferyczne (Broggio i Ranucci, 1991). Dorożkin i Iwaniuk (1979) uważają, że termin wystąpienia alternariozy zależy od warunków meteorologicznych panujących w III dek. czerwca i I dek. lipca.

W okresie prowadzenia doświadczenia (lata 2003–2004) zarówno w okresie czerwca jak i lipca warunki meteorologiczne panujące w Boninie nie były zbyt sprzyjające wystąpieniu i rozwojowi choroby w ocenianych kombinacjach. Opóźnienie wystąpienia choroby o 5 dni w roku 2004 w porównaniu do roku poprzedniego mogło być spowodowane niezbyt sprzyjającymi warunkami meteorologicznymi do wystąpienia i rozwoju alternariozy.

Za ważny element w strategii ochrony roślin ziemniaka przed sprawcami alternariozy Stewart i Bradshaw (1993) oraz Johnson i Teng (1990), uważają ochronę chemiczną. Choć w ich ocenie nie daje ona zawsze zadowalających wyników. Według Pelletiera i Frya (1990) skuteczność prowadzonej ochrony chemicznej można zwiększyć po przez opracowanie systemów ochrony roślin ziemniaka przed alternariozą lub uwzględnienie jej zwalczania w systemach zwalczających inne agrofagi.

Oceniane w prowadzonym doświadczeniu warianty zastosowanej ochrony chemicznej (zarówno w pełnej dawce jak i dawce zmniejszonej o 50%) wykazały się zadowalającą skutecznością (średnio 81,2% — pełna ochrona, 80,3% — ½ ochrony) i istotnie w porównaniu do niechronionej kontroli ograniczyły porażenie roślin alternariozą. Zabiegi ochronne prowadzone były od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby na roślinach ziemniaka. Skuteczność zastosowanych w tym doświadczeniu wariantów ochrony mogła być związana z właściwym wyborem terminu rozpoczynania zabiegów (Christ 1990; Johnson i Teng, 1990).

Ochrona chemiczna jest zabiegiem skutecznym, ale także wymaga poniesienia wysokich nakładów na jej przeprowadzenie. Rozwiązaniem zmniejszającym koszty poniesione na prowadzenie ochrony chemicznej, jest stosowanie systemów decyzyjnych do kierowania częstotliwością prowadzonych zabiegów, albo stosowanie nawozów dolistnych z jednoczesną redukcją dawki stosowanego środka o 50%. Doświadczenia prowadzone przez Pietkiewicza i wsp. (1988), Pietkiewicza (1992) i Kapsę (2002) nad skutecznością ochrony przeciwko zarazie ziemniaka potwierdziły taką możliwość.

Zastosowane w doświadczeniu nawożenie dolistne (Insol ZBR i Basfoliar 12-4-6) skutecznie ograniczyło rozwój choroby w stopniu porównywalnym z zastosowaną ochroną chemiczną. Wariant z nawożeniem dolistnym nawozem Basfoliar 12-4-6 wykazał się najwyższą skutecznością w ograniczaniu rozwoju choroby (średnio 86%), a także plony uzyskane na tej kombinacji były najwyższe (33,1 t/ha). Zadowalające wyniki w hamowaniu rozwoju alternariozy uzyskano także w wariacie ½ ochrony + Basfoliar 12-4-6 (skuteczność 85,3% i plon ogólny 32,1 t/ha). Według Boligłowy i Dzieni (1999) na skuteczność dolistnego nawożenia ma wpływ termin jego zastosowania. W przypadku ocenianego doświadczenia nawożenie dolistne zostało zastosowane w okresie od początku do końca kwitnienia, a więc wtedy gdy rośliny według Wnękowskiego (1971) były dodatkowo osłabione fizjologicznie (translokacja asymilatów do rozwijających się bulw). Wzmocnienie roślin w tym okresie przy dodatkowo słabej presji infekcyjnej patogenu mogło wpłynąć na wysoką skuteczność zastosowanych nawozów.

WNIOSKI

1. Wszystkie zastosowane warianty ochrony istotnie ograniczyły rozwój choroby u ocenianych odmian ziemniaka w okresie wegetacji.
2. W latach o niskiej presji infekcyjnej alternariozy do ograniczania jej rozwoju można zastosować połowę dawki środka ochrony roślin z dodatkiem nawozu dolistnego lub samo nawożenie dolistne i uzyskać efekty porównywalne z pełną ochroną chemiczną.
3. Dodatkowym efektem tego rodzaju zastosowanej ochrony jest obniżenie kosztów poniesionych na jej wykonanie i zmniejszenie ilości szkodliwych substancji wprowadzanych do środowiska.

LITERATURA

- Boligłowa E., Dzienia S. 1999. Impact of fertilization of plant on the content of macro elements in potato. EJPAU Vol. 2 Issue 2 series Agronomy.
- Broggio M., Ranucci A. 1991. A comparison of two infection methods for potato early blight (*Alternaria solani* Sorauer). Adv. Hort. Sci. 5: 18 — 22.
- Christ B. J. 1990. Influence of potato cultivars on the effectiveness of fungicide control of early blight. American Potato Journal, 67: 7: 419 — 425
- Dorożkin N. A., Ivanjuk V. G. 1979. Epifitotii rannoj suchoj pjatnistosti kartofelja i tomatov. Mikol. Fitopatol. 13, 4: 314 — 321.
- Fry W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of late blight. Phytopathology 68: 1650 — 1655.
- Johnson K. B., Teng P. S. 1990. Coupling a disease progress model for early blight to a model potato growth. Phytopathology 80: 4, 416 — 425.
- Kapsa J. 2002. Możliwości ograniczania dawek fungicydów przez dodatek Insolu 7 w ochronie plantacji ziemniaka przed *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Mat. konf. „Perspektywy rozwoju ochrony roślin w Polsce w XXI wieku”, Kraków 25–26.06. 2002, 81: 75 — 79.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. Ziemn. Polski, 2: 19 — 22.
- Pelletier J. R., Fry W. E. 1990. Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: receptivity. Ecology and Epidemiology 80: 4: 361 — 366.
- Pietkiewicz J. B. 1972. Badanie odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* de Bary) na odciętych liściach. Biul. Inst. Ziemn. 9: 17 — 32
- Pietkiewicz J. B. 1992. The use of leaf-applied fertilizers in late blight control. In: Agriculture and Environment in Eastern Europe and Netherlands. Proc. Agric. Univ. Wageningen: 241 — 245
- Pietkiewicz J. B., Kowański K., Lewosz W. 1988. Przydatność Florogamy 0 do zwalczania zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). Mat. XXVII Sesji Naukowej IOR. Cz. I Referaty. PWRiL, Poznań: 203 — 208.
- Stewart H. E., Bradshaw J. E. 1993. A glasshouse test for assessing resistance to early blight (*Alternaria solani*). Potato Research. 1993, 36/ 1: 35 — 42.
- Szukalski H. 1979. Mikroelementy w produkcji roślinnej. PWRiL, Warszawa: 178 — 205.
- Tucker M. R. 1999. Essential Plant Nutrititions: their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition. www.ncagr.com/agronomi/essential.htm.
- Wnękowski S. 1971. Alternarioza ziemniaków. Ochrona Roślin 9: 5 — 7.

EDWARD BERNATPracownia Ochrony Ziemniaka, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Występowanie ospowatości (*Rhizoctonia solani*) na bulwach wybranych odmian ziemniaka

The occurrence of black scurf (*Rhizoctonia solani*) on tubers of some potato varieties

W latach 1998–2000 w Boninie (rejon północno-zachodniej Polski) badano wpływ warunków meteorologicznych na występowanie ospowatości na bulwach ziemniaka. Zaobserwowano istotny wpływ średniej temperatury powietrza w okresie lipiec-wrzesień na indeks występowania ospowatości na bulwach potomnych — współczynnik korelacji = -0,5. Spośród ocenianych odmian, najbardziej podatne na występowanie ospowatości okazały się odmiany: Wolfram, Wiking i Alicja; zaś na odmianach: Danusia, Vineta, Wawrzyn i Kuba zaobserwowano mniejsze nasilenie występowania sklerocji *Rhizoctonia solani*.

Słowa kluczowe: ospowatość, *Rhizoctonia solani*, warunki meteorologiczne, ziemniak

In the years 1998–2000 in Bonin (north-western Poland) influence of meteorological conditions on the occurrence of black scurf on potato tubers was tested. Significant influence of mean air temperature in the period July–September on tuber infestation with the disease was observed. The most susceptible to black scurf appeared the varieties: Wolfram, Viking and Alicja. The lowest occurrence of *Rhizoctonia solani* sclerotia was recorded for varieties Danusia, Vineta, Wawrzyn and Kuba.

Key words: black scurf, meteorological conditions, potato, *Rhizoctonia solani*

WSTĘP

Rizoktonioza ziemniaka powodowana przez grzyb *Rhizoctonia solani* jest, obok chorób wirusowych i zarazy, jedną z najgroźniejszych chorób występujących na plantacjach ziemniaka. Szkodliwość jej polega na tym, że występuje przez cały okres wegetacji roślin (Wnękowski, Błaszczak, 1997).

Na wiosnę w sprzyjających warunkach (wczesne sadzenie w nieogrzaną glebę oraz niska temperatura powietrza) może dochodzić do gnicia kielków. W późniejszym terminie wegetacji na roślinach ziemniaka rozwija się następna forma rizoktoniozy — próchnienie podstawy łodyg. Pod koniec okresu wegetacji może dochodzić do występowania na bulwach ospowatości — tworzą się czarne, gruzełkowate strupy, wielkości od kilku do kilkunastu milimetrów. Są to sklerocja, stanowiące formę przetrwalnikową grzyba

Rhizoctonia solani — jedno z ważniejszych źródeł infekcji w następnym sezonie wegetacyjnym.

Straty w plonie bulw powodowane przez rizoktoniozę ziemniaka mogą wynosić od kilku do kilkunastu procent, a w warunkach sprzyjających rozwojowi grzyba mogą dochodzić nawet 50% (Häni i in., 1998). Tak duże straty w plonie występują jednak bardzo rzadko. Silnie porażone przez rizoktoniozę rośliny wydają znacznie więcej bulw zdrobniałych, zdeformowanych, ospowatych i o małej wartości handlowej.

Celem doświadczenia było zbadanie wpływu warunków pogodowych (suma opadów i średnia temperatura powietrza) w drugiej połowie okresu wegetacji (lipiec-wrzesień) na występowanie ospowatości na bulwach potomnych wybranych odmian ziemniaka zarejestrowanych w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w IHAR, Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie w latach 1998–2000 w warunkach glebowo-klimatycznych Pomorza Zachodniego. W doświadczeniu oceniano występowanie ospowatości na bulwach 11 odmian ziemniaka. Badane odmiany należały do różnych grup wczesności:

- Bard, Lord, Denar — bardzo wczesne,
- Vineta — wczesne,
- Alicja, Wigry, Wiking, Kuba — średnio wczesne,
- Danusia, Wolfram — średnio późne,
- Wawrzyn — późne.

W każdym roku badań stosowano do sadzenia ziemniaki bez widocznych objawów ospowatości na bulwach. Odmiany wysadzano na poletkach 60-krzakowych w układzie losowanych bloków. Po zbiorze z każdego poletka pobrano próbę bulw o wadze około 10 kg. Ocenę występowania ospowatości na bulwach potomnych prowadzono 4–6 tygodni po zbiorze, po uprzednim dokładnym umyciu każdej próby. Stopień porażenia oceniano według skali 5-stopniowej, gdzie 0 — oznaczało brak porażenia, a 4 — porażenie > 75% powierzchni. Otrzymane wyniki przeliczano na indeks porażenia korzystając ze wzoru Townsenda-Heubergera.

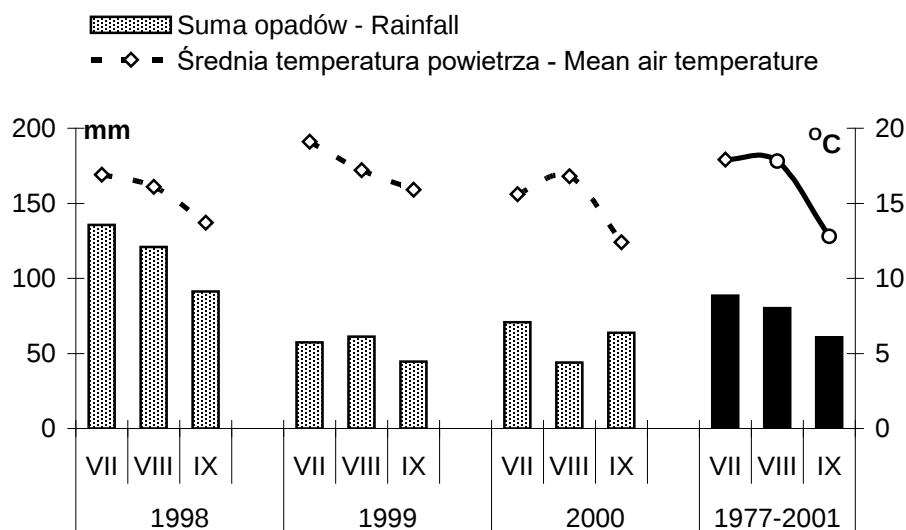
Dla obliczeń statystycznych otrzymane wyniki przekształcano za pomocą transformacji Bliss'a oraz wykonano analizę wariancji. W celu porównania wpływu warunków meteorologicznych na indeks potomnych obliczono współczynnik korelacji między średnią temperaturą i sumą opadów w miesiącach lipiec-wrzesień a indeksem występowania ospowatości na bulwach porażenia odmian ocenianych po zbiorze.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki meteorologiczne w Boninie w okresie sierpień-wrzesień w latach 1998–2000 były bardzo zróżnicowane. Szczegóły przedstawiono na rysunku 1.

Rok 1998 charakteryzował się dużą ilością opadów atmosferycznych w drugiej połowie okresu wegetacji. W okresie lipiec-wrzesień odnotowano o ponad 50% większą ilość

opadów w porównaniu do średniej wieloletniej z lat 1971–2001. W miesiącach lipiec i sierpień temperatura powietrza była niższa o 5–10%, a we wrześniu wyższa o 7% w porównaniu do wielolecia.



Rys. 1. Warunki meteorologiczne w Boninie w latach 1998–2000 w porównaniu do średnich wieloletnich z lat 1977–2001

Fig. 1. Meteorological conditions in Bonin in the years 1998–2000 in comparison with multi-year data (1977–2001)

W roku 1999 odnotowano o około 30% mniejszą ilość opadów niż średnio w wieloleciu. W tym roku temperatura powietrza w miesiącach lipiec i sierpień nie odbiegała znacznie od średnich. W miesiącu wrześniu zaobserwowano wyższą o 24,2% temperaturę powietrza w porównaniu do średnich wieloletnich 1971–2001.

Druga połowa wegetacji roślin ziemniaka (lipiec–wrzesień) w roku 2000 charakteryzowała się dość niską ilością opadów atmosferycznych w tym okresie (o 20–40%) oraz niższymi temperaturami powietrza (o 3,1–12,8%) w porównaniu do średnich wieloletnich.

Rozwojowi chorób (gnicie kielków, próchnienie podstawy łodyg i osadzaniu się sklerocjów na bulwach potomnych — ospowatość) powodowanych przez grzyb *Rhizoctonia solani* sprzyja wysoka wilgotność i niska temperatura gleby oraz osłabienie roślin ziemniaka (Borecki, 1996). W latach prowadzenia doświadczenia w Boninie warunki atmosferyczne dla rozwoju grzyba nie były zbyt korzystne, ze względu na stosunkowo niskie ilości opadów w drugiej połowie okresu wegetacji (lipiec–wrzesień) oraz temperatury powietrza nieodbiegające od średnich wieloletnich. Najbardziej sprzyjające warunki meteorologiczne do występowania ospowatości na bulwach potomnych odnotowano w roku 2000.

Ocena zdrowotności po zbiorze wykazała istotne statystycznie różnice w wielkości indeksu występowania ospowatości na bulwach potomnych ($\text{NIR}_{\alpha=0,05} = 4,1\%$; tab. 1).

Tabela 1

Indeks występowania ospowatości (%) — ocena wykonana 4-6 tygodni po zbiorze
The black scurf occurrence index (%) — assessment 4-6 weeks after harvesting

Odmiana Variety	Rok badań Years of study			
	1998	1999	2000	1998–2000*
Bard	2,7	2,5	16,5	7,2 b
Lord	5,1	2,3	17,1	8,2 b
Denar	10,8	1,8	10,4	7,7 b
Vineta	2,8	1,2	10,8	4,9 a
Alicja	8,0	11,6	14,2	11,3 c
Wigry	3,0	0,8	17,1	7,0 b
Wiking	3,4	11,4	23,0	12,6 c
Kuba	9,6	1,4	9,5	6,8 a
Danusia	0,6	3,5	4,1	2,7 a
Wawrzyn	6,3	9,4	0,0	5,2 a
Wolfram	12,1	0,9	27,9	13,6 c
Średnio Average	5,9	4,3	13,7	7,9
NIR $\alpha = 0,05$				4,1
LSD $\alpha = 0,05$				
	średnia temperatura powietrza VII–IX mean air temperature VII–IX			-0,5
Współczynnik korelacji Correlation coefficient	suma opadów VII–IX rainfall VII–IX			nieistotne not significant

* Wartości oznaczone w kolumnach takimi samymi literami nie różnią się istotnie statystycznie ($\alpha = 0,05$)

* Means followed by the same letters in a column do not differ significantly at $\alpha = 0,05$

W ocenianym okresie najwięcej bulw z objawami ospowatości na bulwach potomnych ocenianych po zbiorze stwierdzono w roku 2000 (średnio 13,7%), indeks występowania wahał się w przedziale od 0% (Wawrzyn — odmiana późna) do 27,9% (Wolfram — odmiana średnio późna). W pozostałych badanych latach ilość bulw potomnych z objawami ospowatości był znacznie niższy i wynosił średnio od 4,3% w roku 1999 do 5,9% w roku 1998.

Wśród ocenianych odmian najniższy indeks występowania ospowatości na bulwach potomnych (formą przetrwalnikową rizoktoniozy ziemniaka) zaobserwowano u odmiany średnio późnej Danusia (2,7%), a najwyższy u odmiany późnej Wolfram (13,6%).

Rozpatrywanie wpływu warunków atmosferycznych na występowanie ospowatości na bulwach potomnych, wykazało istotny wpływ średniej temperatury w okresie lipiec–sierpień na występowanie w plonie bulw z objawami ospowatości (współczynnik korelacji = -0,5). Otrzymane wyniki wskazują, że niska temperatura powietrza w okresie VII–IX sprzyja osadzeniu się sklerocjów grzyba *Rhizoctonia solani* na bulwach.

W badanych latach nie stwierdzono wpływu ilości opadów w rozpatrywanym okresie (suma za VII–IX) na indeks występowania ospowatości na bulwach potomnych. Osowski i wsp. (2000) oraz Sawicka (1999) donoszą, że duża ilość opadów pod koniec okresu wegetacji jest czynnikiem sprzyjającym występowaniu ospowatości na bulwach. W badanych latach nie stwierdzono takiej zależności, gdyż w latach 1999 i 2000 w Boninie w rozpatrywanym okresie wystąpił deficyt opadów o 22–30% w porównaniu do średnich wieloletnich z lat 1971–2001.

WNIOSKI

1. Zaobserwowano istotny wpływ średniej temperatury powietrza w okresie lipiec-wrzesień na indeks występowania ospowatości na bulwach potomnych.
2. Spośród ocenianych odmian, najbardziej podatne na osadzanie się sklerocjów grzyba *Rhizoctonia solani* (ospowatość) na bulwach potomnych okazały się odmiany: Wolfram, Wiking i Alicja; zaś, najmniej podatne były odmiany: Danusia, Vineta, Wawrzyn i Kuba.

LITERATURA

- Borecki Z. 1996. Rizoktonioza ziemniaka i innych roślin uprawnych. W: Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa: 302 — 304.
- Häni F., Popow G., Reinhard A. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL Warszawa: 130 — 131.
- Osowski J., Kapsa J., Gawińska-Urbanowicz H. 2000. Występowanie ospowatości bulw ziemniaków w latach 1987–1998. Mat. Mat. Konf. „Ochrona Ziemniaka” 4–5.04 Kołobrzeg: 59 — 63.
- Sawicka B. 1999. Wpływ stosowania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival i Moddus w uprawie ziemniaka na zainfekowanie bulw *Streptomyces sp.* i *Rhizoctonia solani*. Postępy w Ochronie Roślin, vol. 39, No. 2: 616 — 620.
- Wnękowski St., Błaszczak W. 1997. Choroby ziemniaka — Rizoktonioza ziemniaka. W: Ochrona roślin. Prac. zbior. pod red. Kochman J., Węgorzek W. Plantpress, Kraków: 525 — 526.

JACEK PISZCZEK**MAŁGORZATA JEŻEWSKA**¹ Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu, Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu² Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu

Określenie optymalnego okresu pobierania prób dla wykrywania BNYVV metodą ELISA w roślinach buraka pochodzących z plantacji podejrzanych o występowanie rizomanii

Determination of optimal sampling time for detection of BNYVV by ELISA in sugar beet plants from fields suspected of rhizomania occurrence

Warunki klimatyczne panujące w Polsce zwykle nie sprzyjają wystąpieniu wyraźnych objawów rizomanii na burakach cukrowych porażonych przez wirus nekrotycznego żółknięcia nerwów buraka (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV). W większości wypadków jedynym zauważalnym symptomem jest słabszy rozwój porażonych roślin oraz żółknięcie liści. Często zmiany takie przypisywane są innym czynnikom sprawczym, zwykle powiązanym ze zmiennością warunków glebowych i jej wilgotnością. Celem pracy było ustalenie optymalnego okresu pobierania prób do analiz ELISA na obecność wirusa BNYVV w roślinach buraka pochodzących z plantacji podejrzanych o występowanie choroby. Wypowano sześć plantacji buraka cukrowego w rejonach, w których wykrywano BNYVV w latach poprzedzających wykonanie powyższych badań. Próby pobierano w czterech terminach: III dekadzie lipca, II i III dekadzie sierpnia oraz II dekadzie września 2000 roku. Testowano sok z korzenia, liści sercowych oraz liści okółków zewnętrznych. Użyto koniugatów i surowic firmy Bio-Rad. Uzyskane wyniki wykazały, że im późniejszy był termin pobierania próby na badanych plantacjach, tym bardziej wzrastało prawdopodobieństwo wykrycia wirusa w roślinach. W kolejnych terminach uzyskano pozytywny wynik testu ELISA dla odpowiednio 65%, 80%, 93% i 100% pobranych roślin.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, rizomania, termin pobierania prób

Climatic conditions in Poland are mostly unfavourable for development of characteristic rhizomania symptoms in sugar beet plants. In most cases, the limited growth and leaf yellowing are the only symptoms found in plants infected with BNYVV. Such symptoms are often confused with those caused by poor soil quality or water deficit. The aim of this work was to determine the optimal period for BNYVV diagnostics in plants originating from the fields suspected of rhizomania infestation. Samples were taken four times (III decade of July, II and III decade of August, II decade of September 2000) from six fields located near the sites on which the occurrence of BNYVV was recorded in earlier years. The samples for ELISA were extracts from root, plant heart, and the oldest leaves. Bio-Rad

products were used in the test. It was found that a frequency of positive readings increased from 65% in the first term of sampling up to 100% in the last one.

Key words: rhizomania, sampling term, sugar beet

WSTĘP

Burak cukrowy jest jedną z ważniejszych roślin uprawianych w wielu regionach świata, szczególnie w Europie. Intensywność jego uprawy powoduje, że ta roślina jest szczególnie narażona na oddziaływanie szeregu czynników chorobotwórczych i szkodników. Jednocześnie specyfika pozyskiwania korzeni jako surowca, ich transportu i przerobu, jest przyczyną bardzo łatwego rozprzestrzeniania się organizmów szkodliwych związanych ze środowiskiem glebowym. Przykładem takim jest rizomania — choroba wywoływana przez wirus nekrotycznego żółknięcia nerwów buraka (*Beet necrotic yellow vein virus*, BNYVV) przenoszony przez organizm glebowy, *Polymyxa betae*. Choroba ta w stosunkowo krótkim czasie rozprzestrzeniła się na wszystkie rejony uprawy buraka cukrowego w Europie (Richard-Molard, 1998). W Polsce po raz pierwszy wykryto i potwierdzono jej występowanie pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia (Osińska i in., 1989). Na przełomie lat 80. i 90. rizomania występowała sporadycznie i nie stanowiła poważnego zagrożenia dla upraw buraków cukrowych (Jeżewska i in. 1991). Wiadomo, że czynnikami sprzyjającymi rozwojowi choroby są podwyższona wilgotność i temperatura (Asher i Blunt, 1987), a szczególnie nawadnianie (Tuitert i Hofmeester, 1994). Późna infekcja, spowodowana niekorzystnymi dla aktywności wektora warunkami (przedłużające się wiosną okresy o temperaturach poniżej 20°C) może spowodować, że choroba w ogóle nie wywoła na roślinach objawów makroskopowych (Schäufele, 1983). Z sytuacją taką często mamy do czynienia w Polsce. Buraki cukrowe porażone przez BNYVV wykazują szereg objawów chorobowych, z których większość jest mało specyficzna i może być spowodowana obecnością innych patogenów lub niedoborem składników pokarmowych w glebie (Müller, 1982). Na polach bez wyraźnych objawów choroby trudno jest na podstawie obserwacji makroskopowych podać przyczynę słabszego wzrostu buraków. Zwykle przyczyn upatruje się w błędach w nawożeniu, zróżnicowaniu podglebia i wilgotności gleby lub też nie znajduje się żadnych racjonalnych przesłanek, dla których obserwuje się daną sytuację na polu. Dopiero odpowiednie testy diagnostyczne, najpowszechniej stosowany jest test ELISA, pozwalają na stwierdzenie czy sprawcą takiego stanu rzeczy jest BNYVV — i wywoływana przez niego rizomania.

Celem naszej pracy było ustalenie optymalnego terminu pobierania prób do badań na obecność BNYVV metodą ELISA w roślinach buraka pochodzących z plantacji podejrzanych o występowanie rizomanii.

MATERIAŁ I METODY

Wytypowano 6 plantacji buraka cukrowego zlokalizowanych w 3 rejonach, w których przeprowadzano obserwacje polowe oraz, z których systematycznie pobierano próby: rejon I — Wielkopolska, 1. okolice Środy Wielkopolskiej; 2. Winnagóra

rejon II. — Kujawy, 1. Kusowo; 2. Strzelce Górne.

rejon III. — Pomorze, 1. Kosowo 1; 2. Kosowo 3.

Próby polowe pobierano 4-krotnie w następujących terminach:

T1 — III dekada lipca Rej. I 27.07; Rej. II i III 26.07

T2 — II dekada sierpnia Rej. I 11.08; Rej. II i III 14.08

T3 — III dekada sierpnia Rej. I 31.08; Rej. II i III 21.08

T4 — II dekada września Rej. I 14.09; Rej. II i III 10.09.

We wszystkich terminach z każdego pola pobierano po 10 roślin buraka z objawami nieprawidłowego rozwoju. BNYVV wykrywano według metody testu ELISA (Clark i Adams, 1977), niezależnie w 3 częściach każdej rośliny: w liściach zewnętrznych (najstarszych) i sercowych (najmłodszych) (Jeżewska i Piszczek, 2002) oraz w korzeniu (w strefie korzonków bocznych, do 1 cm w głąb skórki, w części wierzchołkowej).

Do testów używano koniugatów i surowic firmy Sanofi Phytodiagnostics (obecnie Bio-Rad). Za próby pozytywne uważano takie, w których uzyskiwano wynik pozytywny dla jednego z prowadzonych testów, tzn. gdy wirus wykryto w soku z liści lub korzeni badanych roślin.

WYNIKI

Obserwacje polowe

Stan roślin w trzech rejonach pobierania prób na poszczególnych plantacjach w kolejnych terminach był następujący.

Rejon I

— Plantacja w okolicy Środy Wielkopolskiej

T 1 (termin 1) — 27 lipca. Stan ogólny roślin był dobry. Nie stwierdzono wyraźnych objawów porażenia przez wirusy.

T 2 — 11 sierpnia. Stopniowe różnicowanie wyglądu roślin, zwłaszcza na brzegach pola były widoczne rośliny słabiej rozwinięte. Pojawiły się pierwsze objawy porażenia przez wirusy, nie tylko rizomanii, ale także mozaiki i żółtaczkę.

T 3 — 31 sierpnia. Objawy chorób nasiliły się. Zaobserwowano rośliny z objawami rizomanii, tzn. przejaśnień nerwów liści.

T 4 — 14 września. Obraz plantacji nie uległ większym zmianom.

— Plantacja w Winnejgórze

T 1 — 27 lipca. Stan ogólny roślin był dobry. Pojedyncze rośliny wykazywały objawy mozaiki i pofałdowań liści.

T 2 — 11 sierpnia. Liczba roślin z objawami powodowanymi przez wirusy uległa zwiększeniu.

T 3 — 31 sierpnia. Większość roślin wykazywała objawy silnego porażenia wirusami, co sprawiło, że stan ogólnej uprawy był raczej słaby. Korzenie główne były słabo rozwinięte.

T 4 — 14 września. Stan ogólny uprawy był słaby z powodu znacznego udziału roślin z objawami porażenia wirusami.

Rejon II

— Plantacja w Kusowie — Kujawy

T 1 — 26 lipca. Stan pola był bardzo nierówny, z widocznymi zagłębieniami terenu (wymokliska) i miejscami z silnie ugniecioną glebą. Na tych częściach pola stwierdzono rośliny wyraźnie gorzej rosnące o systemie korzeniowym silnie skróconym, typowym dla gleby o złej strukturze i podwyższonej kwasowości. Nie zanotowano różnic w wybarwieniu liści.

T 2 — 14 sierpnia. Ogólny widok pola nie uległ zmianie. Pojawiły się pierwsze przejaśnienia i żółknięcia liści, obejmujące części wierzchołkowe blaszek liściowych.

T 3 — 21 sierpnia. Widoczne było coraz wyraźniejsze żółknięcie blaszek liściowych od ich górnych brzegów, zanikające ku dołowi. Zaobserwowano zmiany kształtu liści sercowych na bardziej wydłużony oraz z nieznacznym pofałdowaniem blaszek liściowych.

T 4 — 10 września. Obraz był podobny do obserwowanego poprzednio - wyraźne żółknięcie liści oraz zmiany kształtu liści sercowych. Na przekrojach niektórych korzeni roślin ujawniło się ściemnienie wiązek przewodzących. Korzenie były twardsze przy krojeniu.

— Plantacja w Strzelcach Górnych

T 1 — 26 lipca. Występowało zróżnicowanie roślin na skutek nierównomiernych wschodów. Część roślin była wyraźnie słabsza, z objawami niedokarmienia.

T 2 — 14 sierpnia. Zanik zróżnicowania w wielkości roślin.

T 3 — 21 sierpnia. Obraz plantacji w zasadzie nie uległ zmianom. Zaobserwowano rośliny z dużą liczbą korzeni bocznych.

T 4 — 10 września. Buraki nie wykazywały objawów porażenia przez wirusy.

Rejon III

Plantacja 1 w Kosowie — Pomorze. Na polu, na którym prowadzono obserwacje, buraki nie były uprawiane od ponad 15 lat.

T 1 — 26 lipca. Na plantacji placowo widoczne były rośliny nieco wolniej rosnące, o mniejszych korzeniach, z liśćmi o słabszym zielonym wybarwieniu.

T 2 — 14 sierpnia. Różnice w wybarwieniu roślin pogłębiły się, obszary ich występowania przybrały wyrazisty kształt wydłużonych placów. Na niektórych korzeniach widoczne były „brody” korzeniowe.

T 3 — 21 sierpnia. Żółknięcie liści stwierdzono u większej liczby roślin. Na przekroju korzeni wiązki przewodzące wyraźnie widoczne i stwardniałe.

T 4 — 10 września. Niemal na całej powierzchni pola występowały rośliny pożółkłe, wielkość korzeni były zróżnicowane. Ogólna kondycja roślin była dobra, wskazująca na uzyskanie wysokiego plonu.

— Plantacja 2 w Kosowie

T 1 — 26 lipca. Objawy na roślinach były podobne do obserwowanych na plantacji 1 w Kosowie, dodatkowo zauważono pierwsze zmiany pokroju liści sercowych.

T 2 — 14 sierpnia. Przeciwnie niż na plantacji 1, nieliczne pożółkłe rośliny obserwowano jedynie na obrzeżu pola.

T 3 — 21 sierpnia. Pojawiły się pierwsze wyraźne objawy chorobowe na liściach; żółknięcie wiązek przewodzących, deformacje blaszek liściowych (pofałdowania). Na korzeniach były widoczne wyraźne brody. Na przekroju korzeni widoczne były wyraźne

pociemniałe wiązki przewodzące. Rośliny o opisanych objawach rosły pomiędzy roślinami z pozoru zdrowymi.

T 4 — 10 września. Objawy na plantacji nie uległy większym zmianom. Zanotowano więcej roślin o pożółkłych blaszkach liściowych, ale bez dodatkowych symptomów chorobowych.

Badania laboratoryjne

Ogółem przebadano 240 roślin buraka zebranych z wytypowanych 6 plantacji. Przy uwzględnieniu trzech części rośliny: liście zewnętrzne, liście wewnętrzne i korzeń, analizie poddano 720 prób.

Obecność BNYVV wykryto w 203 roślinach uznając za porażoną przez wirus, gdy wynik dodatni uzyskano dla dowolnej, testowanej części rośliny. Stanowiło to 84,6% ogólnej liczby badanych roślin. Wyniki dotyczące obecności BNYVV w próbach pobranych w czterech terminach z sześciu plantacji buraka zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

Obecność BNYVV w roślinach pobranych z sześciu plantacji buraka w czterech terminach
Presence of BNYVV in sugar beet plants collected from 6 plantations in four terms

Lokalizacja Location	Liczba roślin z wykrytą obecnością BNYVV Number of plants infected by BNYVV			
	termin pobierania prób — sampling term			
	III dekada lipca III decade of July	II dekada sierpnia II decade of August	III dekada sierpnia III decade of August	II dekada września II decade of September
Środa Wlkopolska	6	9	10	10
Winnagóra	9	8	9	10
Kusowo	10	8	10	10
Strzelce G.	3	8	10	10
Kosowo I	7	7	7	10
Kosowo II	4	8	10	10
Ogółem Total	39 (65%)	48 (80%)	56 (93%)	60 (100%)

Najwyższą wykrywalność wirusa uzyskano w ostatnim teście, tzn. badając próby roślin pobrane w najpóźniejszym, wrześniowym terminie. Zdecydowanie zbyt wczesny okazał się pierwszy termin pobierania prób, tzn. trzecia dekada lipca. Obserwowany efekt był spowodowany stopniowym wzrostem liczby infekcji zachodzących w trakcie sezonu wegetacyjnego. Testy wykazały również, że na plantacjach, na których stwierdzano makroskopowo słabe i mało specyficzne objawy choroby (Kusowo, Strzelce Górne i Kosowo 1), BNYVV wykryto we wszystkich roślinach pobranych w II dekadzie września.

WNIOSEK

1. Najwyższą wykrywalność BNYVV w roślinach buraka stwierdzono przy pobieraniu prób w ostatniej dekadzie sierpnia i we wrześniu.

LITERATURA

- Asher M. J. C., Blunt S. J. 1987. The ecological requirements of *Polymyxa betae*. Proc. 50th Winter Congress of IIRB, Brussels, 11–12 Feb. 45 — 55.
- Clark M. F., Adams A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34: 475 — 483.
- Jeżewska M., Maćkowiak D., Wójtowicz A. 1991. Problem rizomanii w świetle badań nad występowaniem wirusa — sprawcy tej choroby (BNYVV) na plantacjach buraka cukrowego w niektórych rejonach Polski. Hod. Rośl. Nasien. 2: 19 — 22.
- Jeżewska M., Piszczek J. 2001. Surprisingly high frequency of the detection of Beet necrotic yellow vein virus in sugar beet leaves by ELISA. Phytopathol. Pol. 21: 165 — 170.
- Müller H. J. 1982. Rizomania in Österreich im Anbaujahr 1981. Zuckerind. 107 (11), 1037 — 1041.
- Osińska B., Szymczak-Nowak J., Nowakowska H., Paczuski R. 1989. Rizomania i jej występowanie w Polsce. Ochrona Roślin 8, 3 — 4.
- Schäufele W. R. 1983. Die Viröse Wurzelbärtigkeit (*Rhizomania*) — eine ernste Gefahr für den Rübenanbau. Gesunde Pflanzen 35 (9): 269 — 274.
- Richard-Molard M. R. 1998. Rhizomania — Development en Europe Occidental. Proceedings of Symposium „Rhizomania in Europe” Budapest 16–17 September 1998: 29 — 41.
- Tuitert G., Hofmeester Y. 1994. Epidemiology of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet at different initial inoculum levels in the presence or absence of irrigation: disease incidence, yield and quality. Eur. J. Plant Pathology 100 (1): 19 — 53.

MAGDALENA BOROWSKA

JANUSZ PRUSIŃSKI

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Zastosowanie Ekolistu i IBA w uprawie nasiennej łubinu białego (*Lupinus albus* L.)

IBA and Ekolist in white lupin seed production

Celem badań własnych była ocena wpływu dawek i terminu zastosowania auksyny (kwasu indolilo-3-masłowego) i Ekolistu na plonowanie łubinu białego. Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków z obiektem kontrolnym wykonano w latach 2001–2003 w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochelku. Przedmiotem badań była tradycyjna odmiana łubinu białego 'Butan'. Na początku kwitnienia rośliny opryskiwano auksyną (kwas indolilo-3-masłowy — IBA) w dawkach 20, 40 i 60 mg·dm⁻³, a na końcu kwitnienia Ekolistem w dawkach 3, 6 i 9 dm³·ha⁻¹. Stwierdzono istotny wpływ auksyny i Ekolistu na plonowanie łubinu białego; najwyższe przyrosty plonu nasion w stosunku do kontroli uzyskano po opryskaniu roślin na początku kwitnienia 60 mg·ha⁻¹ auksyny, a na zakończenie kwitnienia — dawką 9 dm³·ha⁻¹ Ekolistu. Łączne zastosowanie auksyny na początku i Ekolistu na końcu kwitnienia nie wpłynęło na dalsze zwiększenie plonów nasion. Nie stwierdzono istotnych różnic w działaniu zastosowanej auksyny i Ekolistu na plon nasion łubinu białego i jego komponenty. Odnotowano istotnie korzystny, w porównaniu z roślinami kontrolnymi, wpływ testowanych substancji (zwłaszcza w dawkach średnich i wysokich) na liczbę strąków i nasion oraz masę nasion z pędu głównego łubinu białego. Liczba i masa nasion z pędów bocznych roślin opryskiwanych IBA i Ekolistem były także istotnie wyższe w porównaniu do roślin kontrolnych, przy czym najkorzystniej na te cechy wpływała wysoka dawka Ekolistu oraz połączenie wysokich dawek auksyny i Ekolistu. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych substancji na masę 1000 nasion łubinu białego.

Słowa kluczowe: Ekolist, komponenty plonu, kwas indolilo-3 masłowy, łubin biały, plon nasion

The aim of the study was to evaluate the effects of different doses and dates of application of IBA (indolilo-3-butyric acid) and Ekolist (multi-ingredient fertilizer with fungicide properties) on white lupin seed yielding. The strict two-factor field experiment in split-plot design with a control object was carried out in 2001–2003 at the Mochełek Experiment Station. The plants of traditional white lupin cultivar Butan were sprayed with IBA at doses of 20, 40 and 60 mg·dm⁻³ at the beginning of flowering, and with Ekolist (3, 6 i 9 dm³·ha⁻¹) at the end of flowering. IBA and Ekolist significantly affected white lupin seed yield; the highest seed yield increase was obtained following plant spraying with 60 mg·dm⁻³ of IBA and 9 dm³·ha⁻¹ of Ekolist. Auxine applied at the beginning of flowering, in combination with Ekolist used at the end of flowering, did not enhance seed yield significantly. There were no significant differences in the effect of IBA and Ekolist on white lupin seed yield and yield components. As compared to the control, both a number of pods and seeds and seed weight per main stem were affected significantly, especially at medium and high doses of the substances tested. The number and weight of

seeds developed on branches of plants sprayed with IBA and Ekolist were also higher compared to the control. The best effects were obtained with a high dose of Ekolist and high doses of IBA and Ekolist applied together. No significant effect of the substances tested on weight of 1000 lupin seeds was found.

Key words: Ekolist, indolilo-3-butyric acid (IBA), seed yield, yields components, white lupin

WSTĘP

Wykorzystanie potencjału biologicznego przez rośliny strączkowe, w tym również łubin biały zależy od kompleksowego działania wielu czynników; do najważniejszych z nich można zaliczyć przebieg warunków pogodowych, gospodarkę hormonalną i odżywianie roślin.

Spośród trzech gatunków łubinów uprawianych w Polsce najwyższym potencjałem plonowania charakteryzuje się łubin biały. Wysokie plony nasion, nierzadko przekraczające $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ można otrzymać w przeciętnych warunkach środowiska (Prusiński, 2002). Wadą łubinu białego jest zmienność plonowania w latach. Przy nadmiernej ilości opadów dochodzi do silnego wzrostu wegetatywnego roślin, w wyniku czego obserwuje się słabe zawiązywanie lub opadanie organów generatywnych i w konsekwencji niskie plony nasion. Niedobór wody natomiast wpływa ujemnie na łubin w początkowych fazach rozwoju i podczas wykształcania organów generatywnych (Kotecki, 1990; Szukała, 1994).

Bangerth (1989) w opracowanym na podstawie badań fizjologicznych modelu współzawodnictwa wyjaśnia, że tworzące się owoce i nasiona konkurują o zasoby pokarmowe z wegetatywnymi częściami roślin. Zamieranie lub niepełne wykształcenie owoców bądź nasion może być wynikiem niedostatecznego zaopatrzenia części generatywnych w substancje pokarmowe. U tradycyjnych odmian łubinu, które dominują w uprawie, równocześnie z intensywnym wzrostem pędu pojawiają się kwiatostany i zawiązki strąków. Organy generatywne w tym czasie otrzymują mniej niż 10% asymilatów, pozostałe 90% trafia do wierzchołkowej części rosnącego pędu. Według Heath i wsp. (1994) zachodzi więc konkurencja o asymilaty pomiędzy szybko rosnącym stożkiem wzrostu, a rozwijającymi się w strąkach nasionami, tym bardziej że u łubinu białego w okresie rozwoju pąków lub kwiatów na pędzie głównym rozpoczyna się rozgałęzianie roślin. Akceptorem asymilatów u roślin strączkowych są też brodawki korzeniowe, gdyż stały dopływ substancji pokarmowych z liści rośliny — gospodarza jest niezmiernie ważny dla symbiotycznego wiązania N_2 (Ruszkowska, 1991). Pokrycie przez roślinę zapotrzebowania energetycznego na symbiotyczne wiązanie azotu może powodować niedobory tego pierwiastka w czasie rozwoju strąków i wypełniania nasion (Aufhammer i in., 1989; Nalborczyk, 1993).

Liczni autorzy wiążą zjawisko opadania kwiatów i zawiązków strąków także z substancjami wzrostowymi w roślinie. Model dominacji Bangertha (1989) mówi, że owoce i nasiona powstałe w pierwszej kolejności zdolne są poprzez substancje wzrostowe do hamowania wzrostu i rozwoju wytworzonych później. Według tego autora hormonem odpowiedzialnym za opadanie części generatywnych jest kwas indolilo 3-octowy — IAA. Korzystne efekty zewnętrznego zastosowania auksyn w formie oprysku w celu zapobiegania przedwczesnemu opadaniu organów generatywnych potwierdzają badania

m.in. nad łubinem żółtym (Pawłow i in., 1981; Prusiński i Borowska, 2001), fasolą (Koter i in., 1983) i bobikiem (Klasa i in., 1996; Nowak i in., 1997).

Hipoteza badawcza zakłada, że oprysk roślin auksyną będzie ograniczał niekorzystne zjawisko opadania kwiatów i zawiązków strąków, a oprysk Ekolistem — wieloskładnikowym nawozem dolistnym pozwoli na lepsze pokrycie zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe w okresie słabnącej wydajności symbiozy i przedłużenie fotosyntezy w okresie wypełniania nasion. Badania własne miały na celu określenie wpływu IBA i Ekolistu na wykorzystanie potencjału biologicznego przez rośliny łubinu białego.

MATERIAŁ I METODA

Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe w układzie losowanych podbloków z obiektem kontrolnym w czterech powtórzeniach wykonano w latach 2001–2003 w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochełku. Przedmiotem badań była tradycyjna odmiana łubinu białego Butan, której rośliny charakteryzują się dużymi, niepekającymi i nieopadającymi strąkami oraz skróconymi pędami bocznymi.

Doświadczenie corocznie zakładano na glebie kompleksu żytniego dobrego zaliczanej do klasy bonitacyjnej IVa i IVb. Zasobność gleby w fosfor była niska, w potas wysoka, a pH — lekko kwaśne. Przedplonem każdego roku były zboża ozime. Jesienią stosowano 80 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 120 kg·ha⁻¹ K₂O; azotu nie stosowano. Nasiona zaprawiane Sarfunem 500 SC wysiewano na głębokość 3–4 cm, w rzędy co 20 cm. Od końca maja i w czerwcu, na kilka dni przed i kilka dni po przekwitnięciu roślin stosowano oprysk Sarfunem przeciwko *Colletotrichum* ssp., sprawcy antraknozy. Na początku kwitnienia rośliny opryskiwano auksyną IBA (kwas indolilo-3-masłowy), a na końcu kwitnienia Ekolistem (dolistnym wieloskładnikowym preparatem plonotwórczo — grzybobójczym). Dawki IBA wynosiły — 20 mg·dm⁻³ (dawka niska), 40 mg·dm⁻³ (średnia) i 60 mg·dm⁻³ (wysoka), a Ekolistu — 3 dm³·ha⁻¹ (niska), 6 dm³·ha⁻¹ (średnia) i 9 dm³·ha⁻¹ (wysoka) w 300 dm³ wody na ha. Rośliny nieopryskiwane stanowiły kontrolę.

Przed zbiorem z każdego poletka pobrano po 20 roślin w celu oznaczenia strukturalnych elementów plonowania. Plon nasion i jego składowe podano przy 15% zawartości wody. Zawartość białka oznaczono metodą Kjeldahla. Obliczenia statystyczne wykonano przy pomocy pakietu statystycznego AWAR z Zakładu Metodyki Badań i Informatyki IUNG w Puławach. Zastosowano analizę wariancji dla układu split-plot z obiektem kontrolnym. Przy porównaniu działania dawek auksyny i Ekolistu w stosunku do obiektu kontrolnego wykorzystano test Dunneta, a wyniki przedstawiono w procentach. Dla oceny istotności różnic między obiektami zastosowano test Tukeya przy $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Warunki pogodowe w latach badań (tab. 1) były zróżnicowane. W 2001 roku wysoka temperatura powietrza od maja do końca sierpnia przy korzystnych warunkach wilgotnościowych w tym czasie sprzyjała plonowaniu roślin. W 2002 roku zanotowano bujny wzrost wegetatywny roślin dzięki bardzo wysokim opadom w maju. Ich niedobór

w czerwcu nie miał większego wpływu na przebieg kwitnienia i zawiązywania strąków. Niższe od średnich wieloletnich opady od kwietnia do czerwca oraz w sierpniu 2003 roku w połączeniu z wysoką temperaturą przyczyniły się do opadania kwiatów i zawiązków strąków i w efekcie do najniższych w wieloleciu plonów nasion i słomy. W żadnym z lat badań nie obserwowano widocznego wpływu zastosowanych substancji na wzrost wegetatywny i rozwój roślin. We wszystkich latach badań rośliny były zdrowe — tylko w 2002 roku natężenie występowania antraknozy oceniono na 4 w skali 5-stopniowej i obserwowano pojedyncze rośliny zaatakowane przez *Colletotrichum* spp. i *Botrytis cinerea*.

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza oraz suma opadów wg Stacji Badawczej ATR w Mochelku
Mean air temperature and precipitation according to the Mochelek Experiment Station

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Miesiąc — Month					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Średnia temperatura powietrza Mean air temperature, °C	2001	7,0	13,1	16,6	20,3	17,5	11,2
	2002	7,5	15,7	16,3	18,9	19,9	12,9
	2003	6,4	14,4	17,6	19,2	18,4	13,6
Średnia temperatura powietrza w latach 1949–2003 Mean air temperature in 1949–2003, °C		7,3	12,8	16,2	17,8	17,5	13,1
Suma opadów Precipitation, mm	2001	42,4	34,9	80,5	146,1	49,7	122,6
	2002	17,7	111,5	31,3	77,9	58,0	70,5
	2003	18,5	18,1	30,4	106,2	17,7	16,7
Średnia suma opadów w latach 1949–2003 Mean precipitation in 1949–2003, mm		27,0	40,4	54,4	72,3	47,8	41,9

Średni plon nasion łubinu białego (tab. 2) w trzyletnim cyklu doświadczalnym po zabiegach opryskiwania roślin IBA i Ekolistem wyniósł 3,44 t·ha⁻¹ i był istotnie wyższy, średnio o 22,8% niż plon zebrany z obiektu kontrolnego (2,80 t·ha⁻¹). W latach 2001 i 2002 nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych zabiegów na zawartość białka w nasionach łubinu białego.

Porównując wpływ dawek auksyny i Ekolistu (rys. 1) stwierdzono, że istotnie wyższe niż z obiektu kontrolnego plony nasion zebrano po opryskaniu roślin średnią i wysoką dawką auksyny, wszystkimi zastosowanymi dawkami Ekolistu oraz kombinacjami: niskiej i wysokiej dawki auksyny ze średnią i wysoką dawką Ekolistu oraz średnią dawką auksyny w połączeniu z wszystkimi dawkami Ekolistu. Najwyższy ponad 40% wzrost plonu nasion w stosunku do kontroli uzyskano po zastosowaniu wysokiej dawki samego Ekolistu. Nie stwierdzono synergicznego działania auksyny i Ekolistu na plonowanie łubinu białego; w najlepszej kombinacji plon nasion roślin opryskanych auksyną i Ekolistem wzrósł o 33%–38% w stosunku do kontroli (niska dawka auksyny z wysoką dawką Ekolistu i wysoka dawka auksyny z wysoką dawką Ekolistu).

Tabela 2

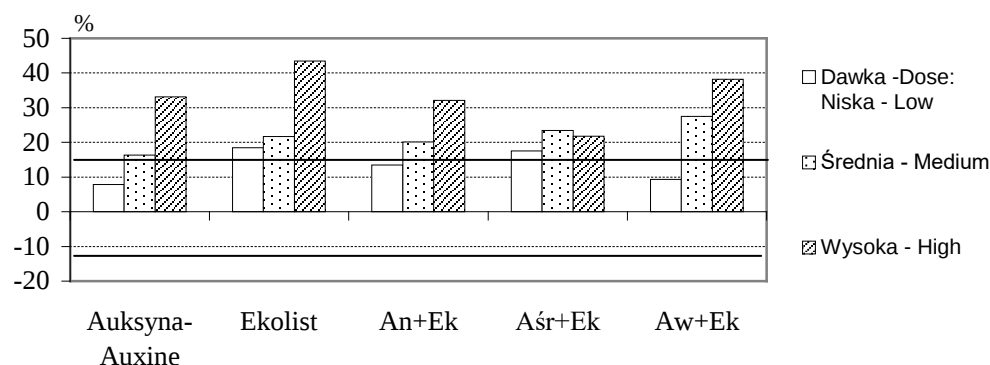
Wpływ auksyny i Ekolistu na plonowanie lubinu białego
Effect of IBA and Ekolist on white lupin yielding

Rok Year	IBA	Ekolist	Średnia dla obiektów doświadczalnych Mean for experimental objects	Kontrola Control
Plon nasion — Seed yield, t ha ⁻¹				
2001	3,28a	3,46a	3,37A	2,43B
2002	3,84a	3,98a	3,91A	3,26B
2003	2,88a	3,30a	3,09A	2,70B
Średnia — Mean	3,33a	3,58a	3,45A	2,80B
Zawartość białka w nasionach, % s.m. — Seed protein content, % DM				
2001	28,8a	29,2a	29,0A	29,0A
2002	30,5a	31,1a	30,8A	31,7A
2003	33,9a	34,1a	34,0A	32,8B
Średnia — Mean	31,0a	31,4a	31,2A	31,1A
Plon białka — Protein yield, kg ha ⁻¹				
2001	834a	834a	834A	621B
2002	1005a	1083a	1044A	905B
2003	842b	985a	913A	754B
Średnia — Mean	893a	968a	929A	760B

Średnie oznaczone tymi samymi małymi literami dla auksyny i Ekolistu oraz dużymi dla obiektów doświadczalnych i kontroli nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

Means followed by the same small letters for IBA and Ekolist and capital letters for experimental objects and control do not differ significantly at $\alpha = 0.05$

2001 - 2003



Rys. 1. Plon nasion lubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0). Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta
Fig. 1. White lupin seed yield depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnett's confidence interval

Wpływ auksyny i Ekolistu na badane strukturalne elementy plonowania na pędzie głównym, rozgałęzieniach i całej roślinie łubinu był statystycznie podobny (tab. 3). Po zastosowaniu oprysków średnia liczba strąków i nasion oraz masa nasion na pędzie głównym były istotnie wyższe niż na roślinach kontrolnych. Z kolei na pędach bocznych roślin potraktowanych auksyną i Ekolistem stwierdzono istotnie tylko więcej nasion, a na całej roślinie większą masę nasion niż na roślinach kontrolnych. Masa 1000 nasion nie zależała istotnie od zastosowanych kombinacji opryskiwania i nie różniła się istotnie od kontroli.

Tabela 3

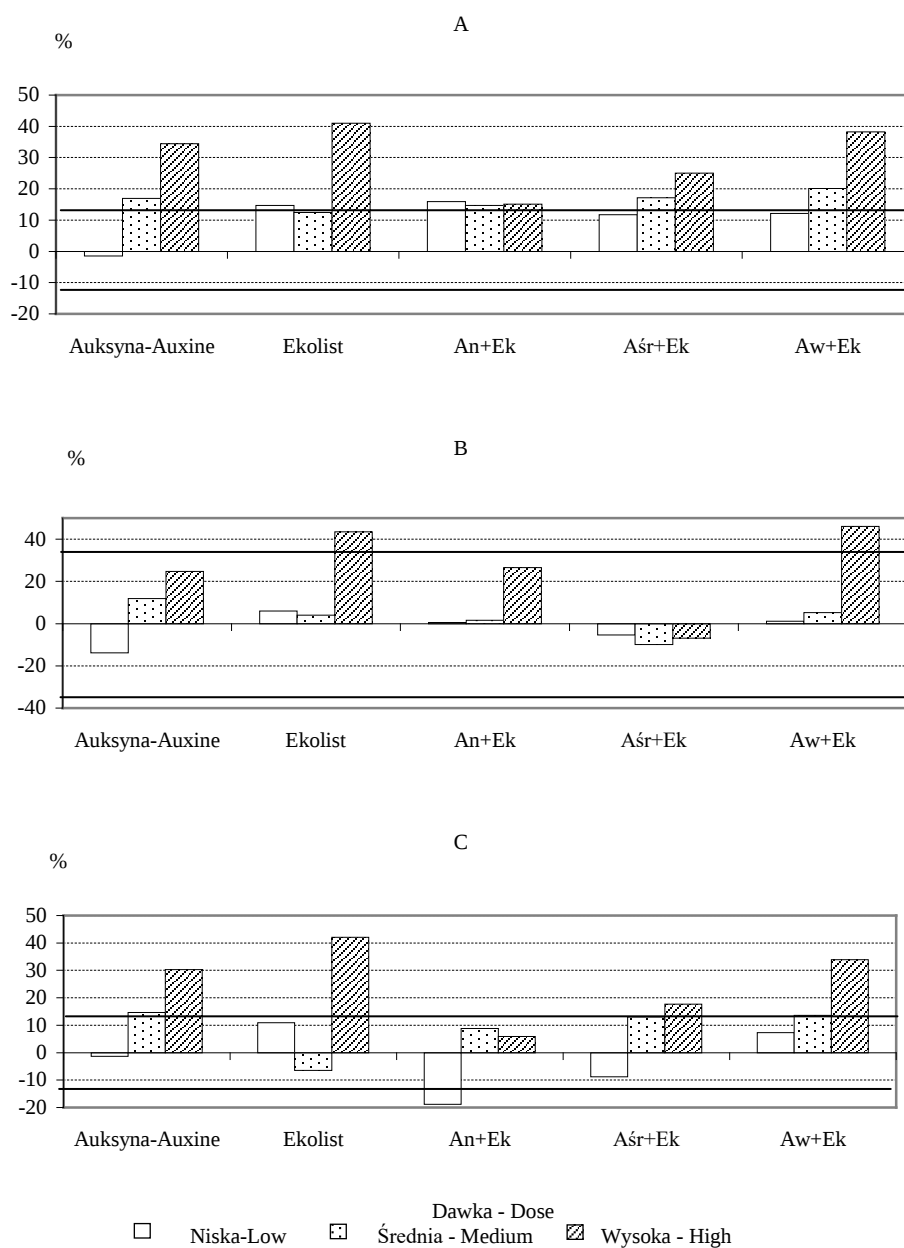
Wpływ auksyny i Ekolistu na strukturalne elementy plonu nasion łubinu białego
Effect of IBA and Ekolist on white lupin seed yield components

Strukturalny element plonowania Seed yield element	IBA	Ekolist	Średnia dla obiektów doświadczalnych Mean for experimental objects	Kontrola Control
z pędu głównego — per main stem				
Liczba strąków na roślinie Pods per plant	5,09a	5,36a	5,23A	4,37B
Liczba nasion z rośliny Seeds per plant	17,0a	17,8a	17,4A	14,3B
Masa nasion z rośliny Seed weight per plant, g	4,70a	4,84a	4,77A	3,87B
z pędów bocznych — from branches				
Liczba strąków na roślinie Pods per plant	3,52a	3,85a	3,68A	3,27A
Liczba nasion z rośliny Seeds per plant	7,73a	9,01a	8,37A	5,46B
Masa nasion z rośliny Seed weight per plant, g	2,10a	2,17a	2,13A	1,72B
z jednej rośliny — per plant				
Liczba strąków na roślinie Pods per plant	8,74a	8,81a	8,77A	7,63A
Liczba nasion z rośliny Seeds per plant	25,3a	26,9a	26,1A	20,9A
Masa nasion z rośliny Seed weight per plant, g	6,80a	7,01a	6,90A	5,58B
Masa 1000 nasion 1000 seeds weight, g	289a	287a	288A	292A

Średnie oznaczone tymi samymi małymi literami dla auksyny i Ekolistu oraz dużymi dla obiektów doświadczalnych i kontroli nie różniły się istotnie przy $\alpha = 0,05$

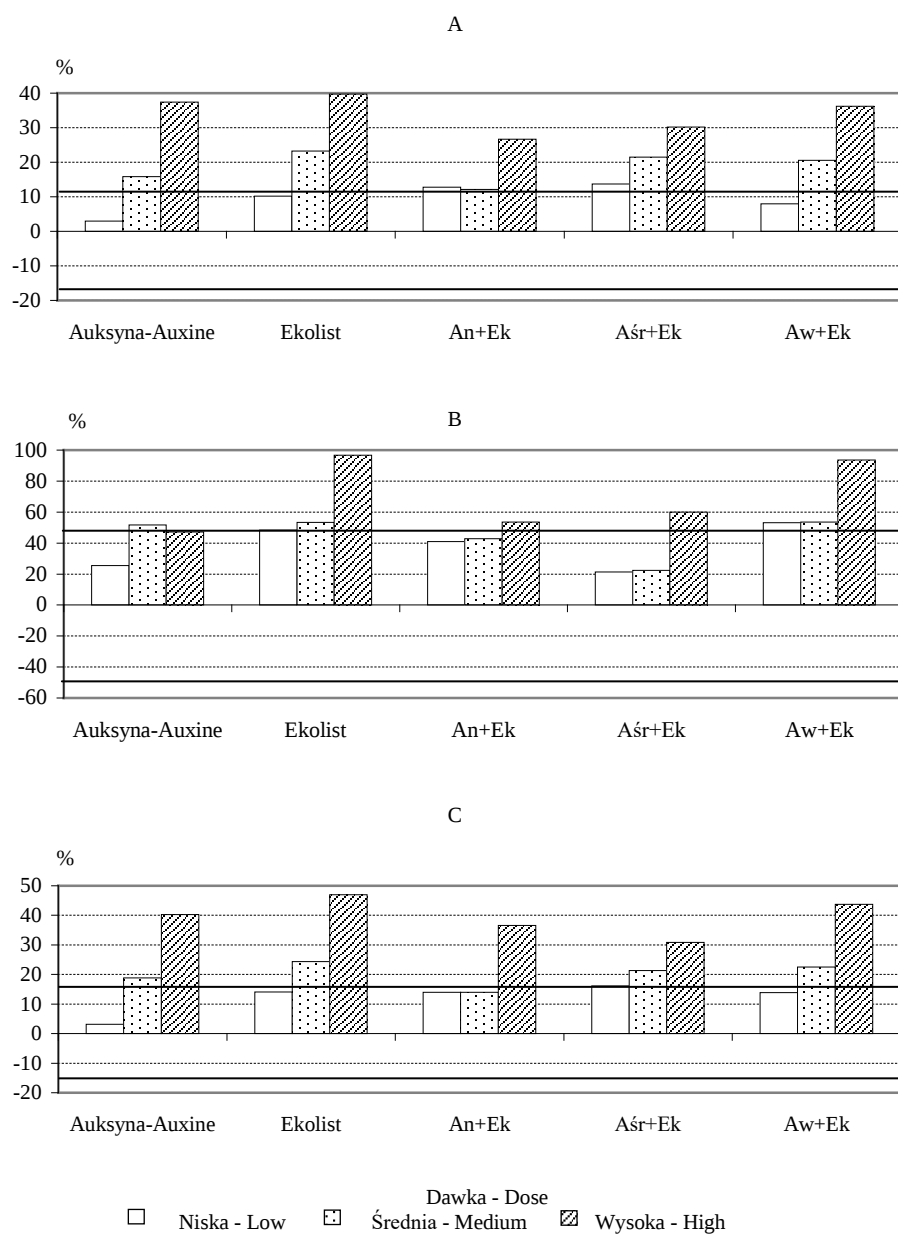
Means followed by the same small letters for IBA and Ekolist and capital letters for experimental objects and control do not differ significantly at $\alpha = 0.05$

Dawki zastosowanych substancji w największym stopniu wpływały na liczbę strąków wykształconych na pędzie głównym (rys. 2). Zwiększenie liczby strąków wynosiło od 34% (wysoka dawka auksyny) do 38–41% wysokie dawki auksyny z Ekolistem i wysoka dawka samego Ekolistu).



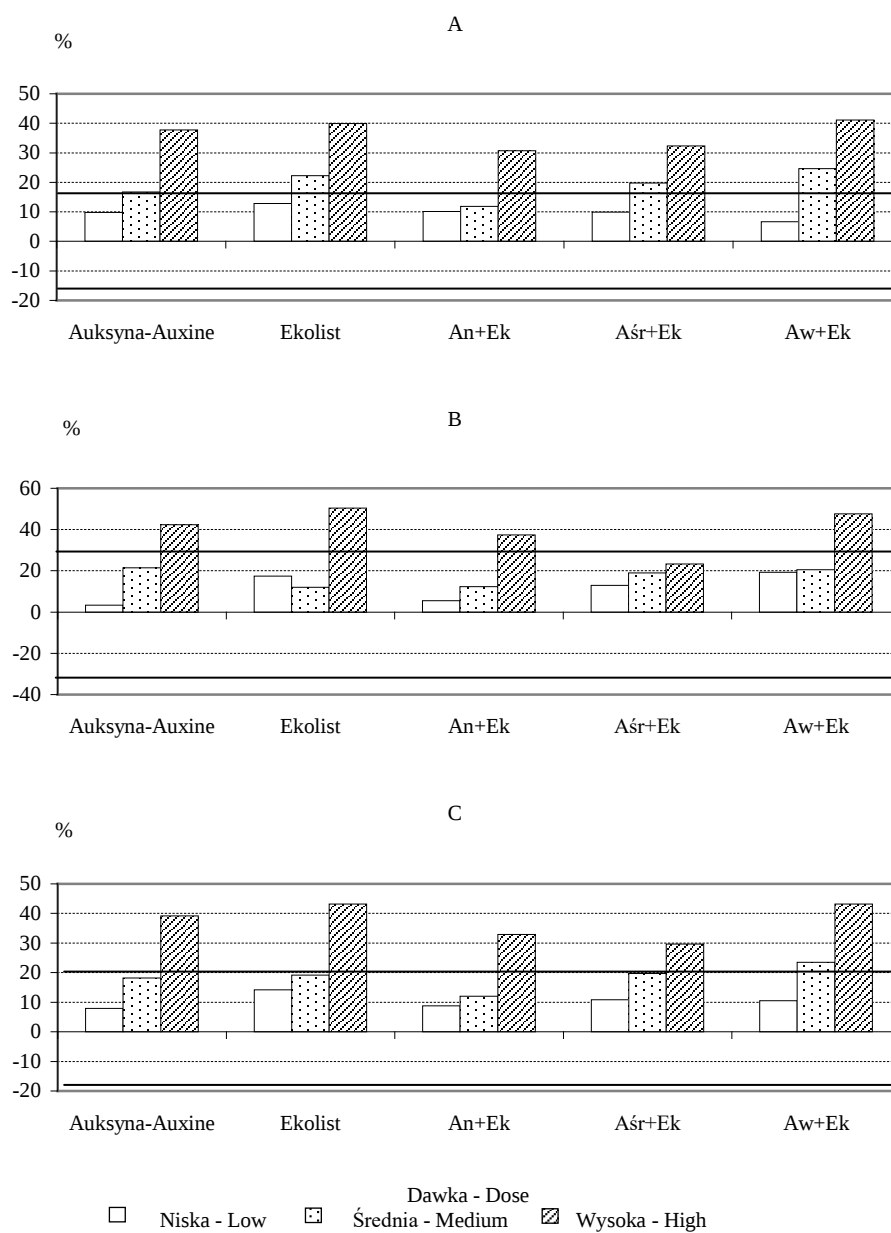
Rys. 2. Liczba strąków z pędu głównego (A), rozgałęzień (B) i jednej rośliny (C) lubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0).

Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunnetta
Fig. 2. Number of pods per main stem (A), from branches (B) and per white lupin plant (C) depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnet's confidence interval



Rys. 3. Liczba nasion z pędu głównego (A), rozgałęzień (B) i jednej rośliny (C) łubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0).

Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta
Fig. 3. Number of seeds per main stem (A), from branches (B) and per white lupin plant (C) depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnet's confidence interval



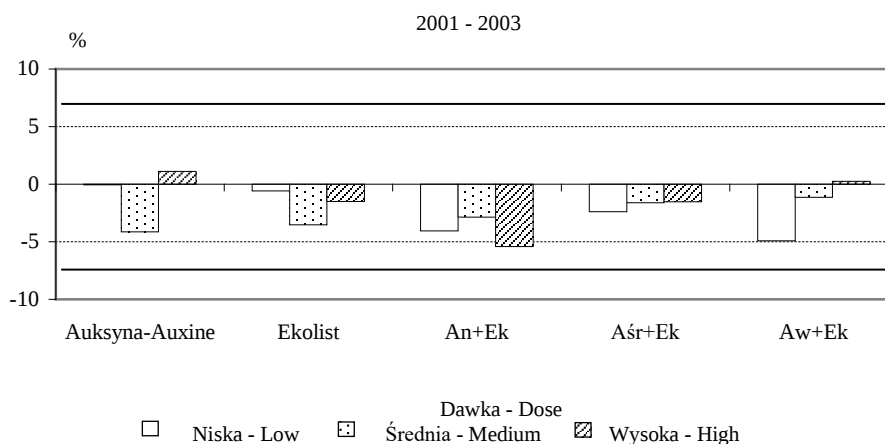
Rys. 4. Masa nasion z pędu głównego (A), rozgałęzień (B) i jednej rośliny (C) lubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0). Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta

Fig. 4. Weight of seeds per main stem (A), from branches (B) and per white lupin plant (C) depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnett's confidence interval

Pozostałe dawki i kombinacje (z wyjątkiem niskiej dawki samej auksyny i niskich dawek auksyny z Ekolistem) wywarły także istotny, ale zdecydowanie mniejszy wpływ na zwiększenie w stosunku do roślin kontrolnych liczby strąków na pędzie głównym łubinu białego. Z kolei liczba strąków na pędach bocznych uległa zwiększeniu tylko po zastosowaniu wysokiej dawki Ekolistu i jego połączenia z wysoką dawką auksyny. W rezultacie liczba strąków na jednej roślinie łubinu białego wzrastała istotnie i w największym stopniu po zastosowaniu wysokiej dawki Ekolistu (o 42% w stosunku do kontroli) i wysokiej dawki samej auksyny (o 3%) oraz wysokich dawek auksyny i Ekolistu (o 34%).

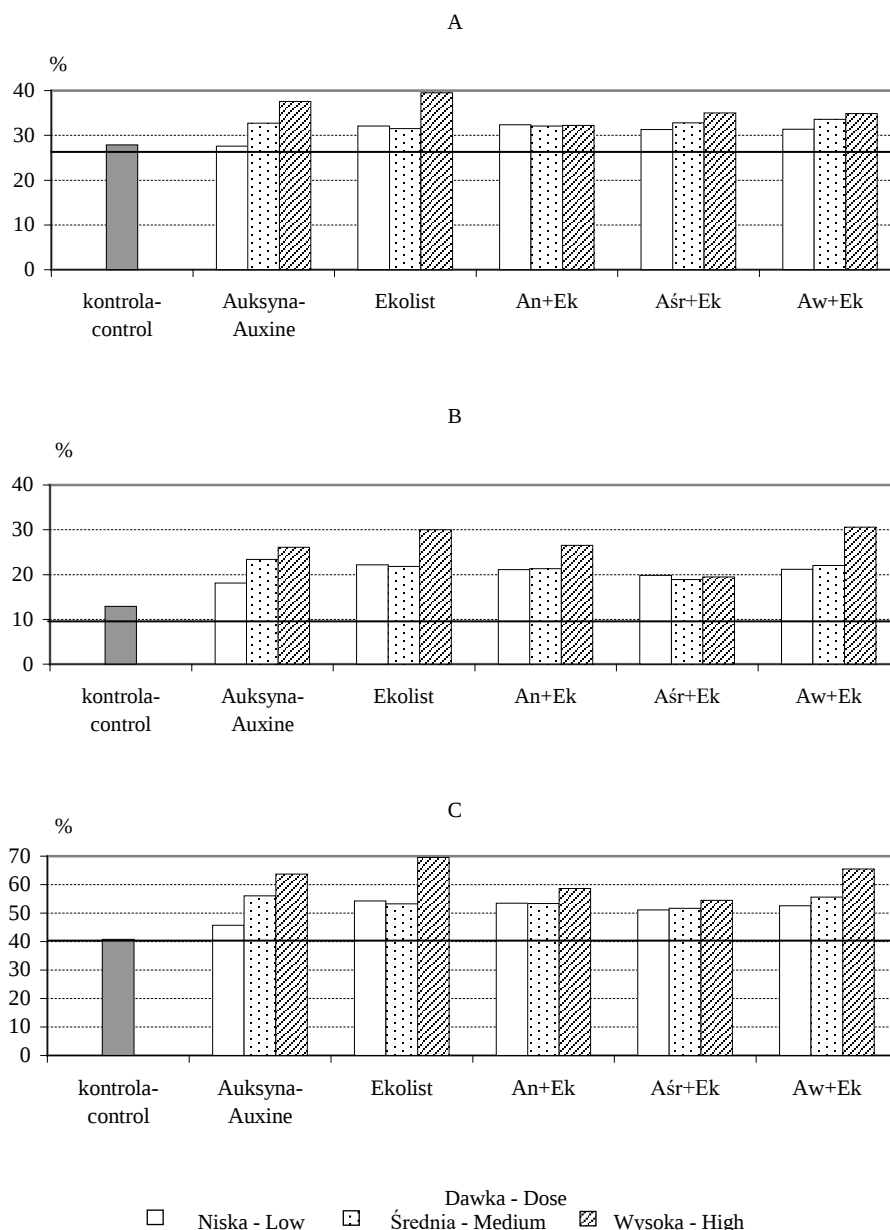
Liczba nasion uzyskana z pędu głównego (rys. 3) po zastosowaniu średniej i wysokiej dawki auksyny i Ekolistu oraz połączenia średnich i wysokich dawek auksyny i Ekolistu była istotnie wyższa od liczby nasion otrzymanych z roślin nieopryskiwanych. Na liczbę nasion wykształconych na pędach bocznych najkorzystniej wpływały wysokie dawki Ekolistu i jego połączenia z auksyną, a na całej roślinie, podobnie jak na pędzie głównym, największy wzrost liczby nasion na jednej roślinie łubinu białego zanotowano po aplikacji wysokiej dawki Ekolistu (o 47% w stosunku do kontroli), jego połączenia z wysoką dawką auksyny (o 43%) i wysokiej dawki samej auksyny (o 40%).

Istotnie wyższą masę nasion z pędu głównego (rys. 4) w porównaniu do roślin kontrolnych otrzymano po zastosowaniu średnich i wysokich dawek auksyny i Ekolistu oraz kombinacji niskiej dawki auksyny z wysoką Ekolistu oraz średnich i wysokich dawek auksyny ze średnią i wysoką dawką Ekolistu. Na masę nasion wykształconą na pędach bocznych istotny wpływ wywierały tylko wysokie dawki auksyny i Ekolistu oraz kombinacji niskiej i wysokiej dawki auksyny z wysoką dawką Ekolistu.



Rys. 5. Masa 1000 nasion łubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0). Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta

Fig. 5. 1000 white lupin seeds weight depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnett's confidence interval



Rys. 6. Odsetek strąków zebranych z pędu głównego (A), rozgałęzień (B) i z jednej rośliny lubinu białego w zależności od dawki IBA i Ekolistu. Względne relacje w stosunku do obiektu kontrolnego (0).

Liniami poziomymi zaznaczono zakres przedziału ufności Dunneta

Fig. 6. Proportion of pods harvested from main stem (A), branches (B) and white lupin plants depending on IBA and Ekolist doses. Relative deviations from the control (0). Horizontal lines represent Dunnet's confidence interval

Masa nasion zebrana z jednej rośliny łubinu białego po zastosowaniu wysokich dawek auksyny i Ekolistu oraz kombinacji wszystkich dawek auksyny z wysoką dawką Ekolistu była istotnie wyższa niż otrzymana z roślin kontrolnych odpowiednio o 39%, 43%, 38%, 29% i 43%.

Zastosowane w doświadczeniu dawki auksyny i Ekolistu oraz ich kombinacje wpłynęły w sposób nieistotny na obniżenie masy 1000 nasion łubinu białego (rys. 5); największe obniżenie masy 1000 nasion nie przekraczało 5,5% w stosunku do kontroli.

DYSKUSJA

Jednym z trzech najważniejszych czynników wpływających na plonowanie łubinu białego są warunki meteorologiczne, a zwłaszcza ilość i rozkład opadów w sezonie wegetacyjnym (Kotecki, 1990; Prusiński i Borowska, 2002, 2003; Szukała, 1994). Przebieg pogody w latach badań własnych nie odbiegał znacząco od średnich wieloletnich. Najwyższą sumę opadów w okresie wegetacji, zwłaszcza w czasie rozwoju generatywnego roślin odnotowano w 2001 roku (489,3 mm), jednak najwyższe średnie plony nasion z obiektów kontrolnych w całym trzyletnim cyklu doświadczalnym otrzymano w 2002 roku — 3,26 t·ha⁻¹, a z obiektów gdzie zastosowano IBA i Ekolist — 3,83 t·ha⁻¹, przy niższej sumie opadów (366,9 mm), ale bardziej równomiernie rozłożonych. Susza w początkowych fazach wzrostu roślin w 2003 roku wpłynęła niekorzystnie na plonowanie łubinu, które było najniższe w badanym okresie i wynosiło odpowiednio 2,7 t·ha⁻¹ i 3,08 t·ha⁻¹.

Niestabilność plonów roślin strączkowych będąca wynikiem opadania kwiatów i zawiązków strąków zależy między innymi od zmian w zawartości endogennych regulatorów wzrostu (Bangerth, 1989) lub konkurencji o składniki pokarmowe między akceptorami asymilatów w czasie tworzenia plonu nasion (strąki, intensywnie rosnący wierzchołek pędu głównego, wierzchołki pędów bocznych i brodawki korzeniowe), co może powodować zakłócenia w równowadze żywieniowej (Aufhammer i in., 1989; Heath i in., 1994; Nalborczyk, 1993) oraz wrażliwości tej grupy roślin na niedobór mikroelementów biorących udział w wiązaniu wolnego azotu (Ruszkowska, 1991). Zastosowanie auksyn w celu lepszego wykorzystania potencjału biologicznego roślin strączkowych było przedmiotem licznych badań. Istotnie wyższe od kontroli plony nasion po zastosowaniu auksyny otrzymali Pawłow i wsp. (1981); Prusiński i Borowska (2001) u łubinu żółtego, a także Klasa i wsp. (1996 a) i Nowak i wsp. (1997) u bobiku oraz Koter i wsp. (1983) u fasoli. Dolistne stosowanie nawozów wieloskładnikowych w uprawie roślin strączkowych przynosiło zróżnicowane efekty: powodowało zwiększenie plonów nasion bobiku (Kulig i Ziółek, 1993) oraz łubinu żółtego (Byszewski i Sadowska, 1976; Prusiński i Borowska, 2001), zwiększenie liczby strąków na jednej roślinie u bobiku (Nowak i in., 1997) i fasoli (Koter i in., 1973), ale nie różnicowało strukturalnych elementów plonowania bobiku i grochu (Księżak i in., 1993) oraz łubinu białego (Księżak i in., 1994). Także masa nasion z jednej rośliny bobiku była wyższa w stosunku do kontroli po zastosowaniu kwasu naftylo-1-octowego przez Klasę i wsp. (1997) i Nowaka i wsp. (1997), a dolistne nawozy wieloskładnikowe (Wuxal, Agrosol, Ekolist) powodowały

wzrost liczby strąków i masy 1000 nasion łubinu żółtego (Byszewski i Sadowska, 1976) i bobiku (Kulig i Ziółek, 1996).

W badaniach własnych stwierdzono korzystny wpływ kwasu indolilo-3-masłowego na plonowanie łubinu białego. W 2001 roku oprysk roślin auksyną wpłynął na 34%, w 2002 roku na 17%, a w suchym roku 2003 na 6% wzrost plonu nasion w stosunku do kontroli. Plon nasion łubinu białego wzrósł istotnie w kolejnych latach badań o 42%, 22% i 21% w stosunku do kontroli także po zastosowaniu wieloskładnikowego preparatu Ekolist. Łatwo zauważyć, że efekt zastosowanych substancji był tym wyższy im korzystniejsze panowały warunki pogodowe w okresie wegetacji roślin. Średni plon białka na obiektach doświadczalnych w kolejnych latach badań był wyższy odpowiednio o 213 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 110 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i 193 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ niż na obiekcie kontrolnym.

Zastosowane w doświadczeniu własnym auksyna i wieloskładnikowy nawóz zastosowane oddzielnie i łącznie spowodowały otrzymanie istotnie większej liczby strąków i nasion oraz wyższej masy nasion z pędu głównego łubinu białego w porównaniu do roślin kontrolnych. Podobnie było w przypadku liczby i masy nasion z pędów bocznych. Nie stwierdzono jednak synergicznego oddziaływania obu substancji na kształtowanie się strukturalnych elementów plonu nasion łubinu białego.

W doświadczeniach nad łubinem białym ważne wydaje się analiza strukturalnych elementów plonowania na pędzie głównym i bocznych, gdyż udział strąków i nasion z pędów bocznych w plonie ogólnym tego gatunku wynosi około 50% (Prusiński, 2005). W badaniach własnych, średnio dla wielolecia stosunek zebranych strąków do wykształconych kwiatów na roślinach kontrolnych wyniósł na pędzie głównym niespełna 28%, a na pędach bocznych tylko 13%. Po zastosowaniu najbardziej plonotwórczej najwyższej dawki Ekolistu wykorzystanie potencjału biologicznego łubinu białego istotnie wzrosło, gdyż strąki zebrano aż z 39% kwiatów na pędzie głównym i z 30% na pędach bocznych. Ekolist jest tańszy niż IBA i łatwiej rozpuszcza się w wodzie stąd jego zastosowanie w dawce 9 $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ na zakończenie kwitnienia roślin gwarantować może wzrost plonu nasion łubinu białego nawet o 40%, zwłaszcza w latach o sprzyjających warunkach pogodowych i istotną poprawę wykorzystania potencjału biologicznego przez rośliny tego gatunku.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ auksyny i Ekolistu na plonowanie łubinu białego. Najwyższe przyrosty plonu nasion w stosunku do kontroli uzyskano po opryskaniu roślin na zakończenie kwitnienia dawką 9 $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ Ekolistu; tylko nieco gorsze rezultaty dawało zastosowanie IBA w dawce 60 $\text{mg}\cdot\text{dm}^3$ na początku kwitnienia roślin.
2. Zastosowanie auksyny na początku i Ekolistu na końcu kwitnienia nie wpłynęło na dalsze zwiększenie plonów nasion ani na poprawę wartości strukturalnych elementów plonowania łubinu białego.
3. Nie stwierdzono istotnych różnic w działaniu auksyny i Ekolistu na plon nasion łubinu białego i jego komponenty.

4. Odnotowano istotnie korzystny w stosunku do roślin kontrolnych wpływ testowanych substancji, zwłaszcza w dawkach średnich i wysokich na liczbę strąków i nasion oraz masę nasion z pędu głównego łubinu białego.
5. Liczba i masa nasion z pędów bocznych roślin opryskiwanych IBA i Ekolistem były także istotnie wyższe w porównaniu do roślin kontrolnych, przy czym najkorzystniej na te cechy wpływała wysoka dawka Ekolistu oraz połączenie wysokich dawek auksyny i Ekolistu.
6. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych substancji na masę 1000 nasion łubinu białego.

LITERATURA

- Aufhammer W., Nalborczyk E., Geyer B., Götz J., Mack C., Paluch S. 1989. Interactions between and within inflorescence in relation to the storage capacity of field beans (*Vicia faba*). J. Agric. Sci. 112: 419 — 424.
- Bangerth F. 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for correlative signal. Physiol. Plant. 76: 608 — 614.
- Byszewski W., Sadowska A. 1976. Wpływ nawożenia dolistnego Wuxalem na plon nasion łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.: 45 — 59.
- Heath M. C., Pilbeam C. J., McKenzie B. A., Hebblethwaite P. D., Muehlbauer F. J., Kaiser W. J. 1994. Plant architecture, competitive ability and crop productivity in food legumes with particular emphasis on pea (*Pisum sativum* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). Expanding the production and use of cool season food legumes. Proc. 2nd Inter. Food legume research conference on pea, lentil, faba bean, chickpea, and grasspea. Cairo, Egypt: 771 — 790.
- Klasa A., Nowak G. A., Wierzbowska J., Gotkiewicz M. 1996. Wpływ niektórych regulatorów wzrostu i ich mieszanin na plonowanie i skład chemiczny bobiku (*Vicia faba* var. minor Harz). Cz. I. Wpływ inhibitora transportu auksyny (TIBA) i syntetycznych auksyn (IBA i NAA) na plonowanie oraz gospodarkę azotową i fosforową. Biul. IHAR 197: 235 — 245.
- Klasa A., Nowak G. A., Wierzbowska M., Gotkiewicz M. 1997. Badania nad stosowaniem regulatorów wzrostu w uprawie bobiku (*Vicia faba* ssp. minor Harz). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 447: 199 — 205.
- Kotecki A. 1990. Wpływ temperatury i opadów na rozwój i plonowanie łubinu żółtego odmiany Topaz. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo 199: 97 — 107.
- Koter M., Czapla J., Nowak G., Nowak J. 1983. Badania możliwości stosowania regulatorów wzrostu w produkcji rolniczej. I. Działanie GA₃, IAA i kinetyny na wzrost i rozwój roślin fasoli, kukurydzy i lnu. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rolnictwo 36: 17 — 27.
- Księżak J., Podleśny J., Lenartowicz W. 1993. Dolistne dokarmianie mikroelementami roślin strączkowych. Fragn. Agron. 4: 195 — 196.
- Księżak J., Podleśny J., Lenartowicz W. 1994. Wpływ dolistnego dokarmiania nawozami dolistnymi na plonowanie łubinu białego. Mat. konf. nauk. „Łubin — Białko — Ekologia” PTŁ Poznań: 338 — 341.
- Kulig B., Ziólek W. 1996. Produktywność bobiku w warunkach nawożenia wieloskładnikowymi nawozami mikroelementowymi. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 172 — 177.
- Nalborczyk E. 1993. Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragn. Agron. 4: 147 — 150.
- Nowak G. A., Klasa A., Wierzbowska J., Gotkiewicz M. 1997. Plonowanie oraz zawartość makroelementów w warunkach stosowania retardantów wzrostu i fitohormonów. Cz. I. Plonowanie roślin. Biul. IHAR 201: 289 — 294.
- Pawłow A. N., Duchanin A. A., Sawienkow Ł. M. 1981. Przyczyny opadnięcia zawiązków u żółtego łupina. Sielskochozajstviennaja biologija, XVI (6): 827 — 831.
- Podleśny J. 1996. Wpływ kilku biostymulatorów na plonowanie i termin dojrzewania nasion łubinu białego. Mat. konf. nauk. Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe. PTŁ Poznań: 53 — 59.

- Prusiński J., Borowska M. 2001. Impact of selected growth regulators and Ekolist on yellow lupin seed yield (*Lupinus luteus* L.) EJPAU, www.ejpau.media.pl, Agronomy 4: 1 — 16.
- Prusiński J. 2002. Impact of foliar plant fertilisation and chemical control on yielding of traditional and self-completing white lupin (*Lupinus albus* L.) cultivars. Acta Sci. Pol., Agricultura 1 (1): 37 — 47.
- Prusiński J. 2005. Traditional and self-completing white lupin (*Lupinus albus* L.) cultivars yielding depending on foliar plant fertilization and chemical protection. EJPAU 8 (3): 41.
- Prusiński J., Borowska M. 2002. Potencjał biologiczny roślin strączkowych i jego wykorzystanie. Cz. I. Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie roślin strączkowych. Hod. Rośl. Nasien. 2: 33 — 38.
- Prusiński J., Borowska M. 2003. Potencjał biologiczny roślin strączkowych i jego wykorzystanie. Cz. II. Dolistne dokarmianie roślin strączkowych. Hod. Rośl. Nasien. 1: 8 — 13.
- Ruszkowska M. 1991. Rola mikroelementów w biologicznym wiązaniu N₂. Mat. VI Symp. Mikroelementy w rolnictwie. AR Wrocław: 5 — 13.
- Szukała J. 1994. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon, skład chemiczny i wartość siewną nasion łubinów, ze szczególnym uwzględnieniem łubinu białego. Roczn. AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk. 245.

ELIZA GAWEL

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — PIB, Puławy

Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie, dynamikę przyrostu suchej masy i strukturę plonu kilku odmian lucerny

The effect of the first cut date on the yield, rate of dry matter increase and yield structure in some lucerne cultivars

Doświadczenie prowadzono w latach 1998–2001 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Grabowie (woj. mazowieckie). Z badań wynika, że zarówno termin zbioru pierwszego pokosu jak i dobór odmiany wpływał na plonowanie, dynamikę przyrostu suchej masy, ulistnienie i trwałość roślin lucerny. Koszenie odrostu wiosennego w fazie wegetatywnej obniżało całoroczny plon suchej masy i plon liści, długość pędów i trwałość roślin. Natomiast zwiększało udział liści w plonie badanych odmian i zagęszczenie pędów w łanie. W okresie trzyletniego użytkowania, w porównywanych terminach zbioru pierwszego pokosu odmiany Luzelle i Legend charakteryzował wyższy poziom plonowania, szybsze tempo przyrostu suchej masy w fazach wegetatywnej i początku pakowania, większa wysokość pędów i mniejsze ulistnienie, jak też nieco bardziej zwarta budowa łanu niż odmianę Kometa.

Słowa kluczowe: dynamika przyrostu suchej masy, lucerna, plon, termin zbioru I pokosu

The investigations were carried out at the experimental station of the IUNG in Grabów, Mazovia province, in the years 1998–2001. The results obtained showed that both lucerne variety and a date of the first cut had effects on the yields, a rate of dry matter increase, foliage development and persistence of plants. Cutting the spring growth at the vegetative stage caused the decrease in the whole-year yield of both dry matter and leaves. Moreover, it effected in reducing the shoots length and plants persistence. However, it resulted in the increase in proportion of leaves in the yield and shoot density in stand. The data obtained during the three-year period of production indicate that lucerne cvs Luzelle and Legend, compared to cv. Kometa, gave higher yields in the first harvesting and showed a higher rate of dry matter increase at the vegetative and budding stages. Moreover, they produced higher plants and were characterized by a smaller proportion of leaves and a somewhat lower stand density.

Key words: dry matter, first cut, harvest date, increase rate, lucerne, yield

WSTĘP

Powszechnym zjawiskiem obserwowanym w polowej produkcji pasz jest opóźnianie terminu zbioru odrostu wiosennego. Jest ono niekorzystne zwłaszcza ze względu na pogarszanie paszy, o czym piszą Łyszczarz (2001) oraz Gawęł i Żurek (2003). Podobna praktyka spotykana jest w odniesieniu do trwałych użytków zielonych (Pawlak, 1992). Najczęściej zalecanym w praktyce rolniczej jest zbiór lucerny w fazie początku pąkowania. Opóźnienie tego terminu daje możliwość uzyskania wyższego poziomu plonów, lecz o gorszej jakości (Alboudi i in., 1994; Borowiecki i in., 1996; Łyszczarz, 2001; Wilczek, Ćwintal, 2002; Gawęł, Żurek, 2003). W miarę opóźniania terminu zbioru obniża się także wartość rzeczywistego współczynnika rozkładu suchej masy, a największe tempo starzenia przypada na okres między początkiem a pełnią pąkowania lucerny (Żurek, Gawęł, 2003).

Borowiecki i wsp. (1997) wykazali istotne różnice odmianowe w produktywności lucerny. Występowanie ścisłego związku między poziomem plonów z fazą fenologiczną roślin w chwili sprzętu udowodnili Martiniello i wsp. (1997). Stwierdzili oni obniżenie poziomu plonów i wartości wskaźnika pokrycia gleby przy zbiorze lucerny we wcześniejszej fazie fenologicznej oraz zwiększenie proporcji liści do łodyg. Inni autorzy wykazali również, że udział liści maleje w miarę rozwoju roślin i wynosi średnio 540 g/kg w fazie pąkowania, 517 g/kg na początku kwitnienia i 458 g/kg pod koniec kwitnienia lucerny (Sheaffer i in., 2000). Badania prowadzone przez Yancheva i wsp. (2001) na bułgarskich genotypach wykazały silną korelację masy liści i łodyg z plonem suchej masy odmian trójlistnych, a w przypadku odmian wielolistkowych również z powierzchnią liściową oraz z wysokością roślin. Według Yancheva i wsp. (2001) masa liści może być ważnym kryterium w pracach hodowlanych prowadzonych w kierunku zwiększenia poziomu i jakości plonu lucerny.

W wyniku prac hodowlanych uzyskano odmiany wielolistkowe, które plonem i jakością paszy dorównują, a niekiedy przewyższają tradycyjne odmiany trójlistne (Harasimowicz-Herman i in., 1997; Volenec, Cherney, 1990; Wilczek i in., 1999; Wilczek, Ćwintal, 2002). W doborze odmian roślin uprawnych COBORU znajdują się obecnie dwie odmiany wielolistkowe — Legend i Legendairy (Lista odmian roślin..., 2003).

Aktualnie hodowcom bydła proponuje się pastwiskowe użytkowanie zasiewów lucerny, wcześniej rzadko stosowane w naszym kraju (Borowiecki, Gawęł, 1997; Gawęł, 1997, Gawęł, 2001). Wprowadzanie do uprawy nowej generacji odmian lucerny, tj. formy wielolistkowe oraz genotypy przydatne do wypasania wskazuje na konieczność poznania ich zdolności plonotwórczych, możliwości akumulacji suchej masy i trwałości roślin.

Celem podjętych badań było określenie wpływu terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie i strukturę plonu oraz dynamikę przyrostu suchej masy lucerny mieszańcowej — odmiany trójlistnej Kometa, lucerny siewnej: typu użytkowego pastwiskowego — Luzelle (odmiana francuska) oraz amerykańskiej formy wielolistkowej — Legend.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1998–2001 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG w Grabowie (południowa część woj. mazowieckiego) na glebie kompleksu pszennego dobrego o odczynie zbliżonym do obojętnego (pH 6,6 w KCl) realizowano eksperyment polowy. Doświadczenie założono metodą split blok w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu były odmiany lucerny (Kometa, Luzelle, Legend), a drugiego cztery terminy zbioru pierwszego pokosu. Zbiór lucerny w 1 terminie wykonywano w fazie wegetatywnej po osiągnięciu przez łan wysokości 30 cm, a następne terminy zbioru przypadały w odstępach tygodniowych w fazach: początku pąkowania, pełni pąkowania i początku kwitnienia (tab. 1).

Tabela 1

Data zbioru i fazy rozwojowe lucerny
Date of harvest and stages of lucerne development

Zbiór Harvest	Data zbioru I pokosu Harvest date of the 1 st cut			Faza rozwojowa Development stage
	lata years			
	1999	2000	2001	
1	30.04	08.05	16.05	faza wegetatywna — vegetative state
2	07.05	15.05	23.05	początek pąkowania — beginning of budding
3	14.05	22.05	30.05	pełnia pąkowania — full budding
4	21.05	29.05	06.06	początek kwitnienia — beginning of flowering

Siew lucerny bez rośliny ochronnej wykonano w trzeciej dekadzie kwietnia (25. 04. 1998 r.) w rzędy co 12 cm. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 12 m². Po uwzględnieniu zdolności kiełkowania wysiano 22 kg·ha⁻¹ nasion odmian Luzelle i Legend oraz 25 kg·ha⁻¹ odmiany Kometa. Pierwsze wschody lucerny odnotowano po upływie 10 dni.

Przedsięwzięcie lucernę nawożono dawkami w przeliczeniu na 1 ha: 30 kg N, 26 kg P i 75 kg K. W latach użytkowania stosowano nawożenie potasem w ilości 100 kg K na 1 ha w dwóch dawkach (po 50 kg wiosną i po zbiorze drugiego pokosu) oraz jednorazowo wiosną — fosforem w ilości 35 kg P na 1 ha.

W drugim i trzecim roku użytkowania w trakcie zbioru pierwszego pokosu w terminach przewidzianych w schemacie doświadczenia pobierano dwie próby po 0,5 kg zielonki z poletka w celu określenia procentowej zawartości suchej masy i struktury plonu roślin lucerny z rozdziałem na liście i pędy. Gęstość porostu wyliczono na podstawie liczby pędów w 0,5 kg zielonki.

Przyrosty suchej masy w pierwszym pokosie wyrażone w kg na dobę oraz jednostkę powierzchni wyliczono na podstawie różnic w uzyskanych plonach z kolejnych terminów w pierwszym i drugim roku użytkowania. Obsadę lucerny oceniano wykopując rośliny wiosną i jesienią każdego roku użytkowania z powierzchni 1 m². Trwałość obliczono w oparciu o obsadę roślin w ostatnim liczeniu pomnożoną przez 100% i podzieloną przez wyjściową ich liczbę.

Analizę wariancji plonów suchej masy i obsady roślin lucerny wykonano za pomocą programu komputerowego Statgraphics Plus wersja 2.1. W analizie statystycznej posługiwano się półprzedziałem ufności Tukeya z prawdopodobieństwem istotności większym od 95% ($\alpha = 0,05$).

PRZEBIEG WARUNKÓW POGODOWYCH

W roku siewu układ warunków pogodowych był bardzo korzystny dla wschodów i wzrostu lucerny, zwłaszcza ze względu na dostatek wilgoci w glebie i warunki termiczne zbliżone do średnich wieloletnich (tab. 2).

Tabela 2

Opady i średnia temperatura powietrza w okresie prowadzenia badań w RZD Grabów Rainfall and air temperature during investigations — Experimental Station Grabów

Rok Year	Opad Rainfall (mm)						Średnia temperatura powietrza Mean air temperature (°C)					
							miesiące months					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1998	58,1	83,0	83,5	81,9	117,8	57,1	10,0	14,0	17,9	18,2	16,3	12,8
1999	108,8	54,4	142,5	61,5	39,3	33,8	9,8	12,5	18,3	20,0	17,4	15,0
2000	62,3	63,9	24,0	181,9	59,0	77,4	11,8	15,0	17,3	17,1	18,1	11,6
2001	107,5	13,9	67,4	206,4	97,1	102,2	8,1	14,0	15,2	20,3	12,1	10,7
Średnia z wielolecia Mean of multi- year	40	58	70	85	74	47	7,9	13,9	17,0	18,6	17,5	13,5

W pierwszym roku pełnego użytkowania (1999) rozpoczęcie wegetacji nastąpiło w połowie marca. Częste i obfite opady atmosferyczne wiosną w miesiącach kwiecień-maj oraz temperatura powietrza przewyższająca przeciętną z wielolecia przyczyniła się do intensywnego wzrostu lucerny w tym okresie. Od lipca do końca września lucerna wzrastała w warunkach niedoboru opadów.

W drugim roku pełnego użytkowania (2000) korzystne warunki wilgotnościowe i termiczne wystąpiły wiosną. Niedobór wody w glebie zaznaczył się w czerwcu, sierpniu i we wrześniu. W lipcu wystąpiły bardzo duże opady burzowe, które uzupełniły brak wody w glebie.

Pod względem wilgotnościowym trzeci rok pełnego użytkowania (2001) był bardzo korzystny dla wzrostu lucerny głównie ze względu na intensywne deszcze w kwietniu, lipcu i wrześniu. Przejściowa posucha w maju nie miała ujemnego wpływu na wzrost lucerny. Warunki termiczne w roku 2001 były zadowalające, chociaż w miesiącach czerwiec, sierpień i wrzesień wystąpiły znaczne obniżenia średnich dobowych temperatur w porównaniu z danymi z wielolecia.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W latach użytkowania o poziomie plonów suchej masy lucerny decydowała zarówno odmiana jak też termin zbioru pierwszego pokosu. Istotnie większym rocznym plonem suchej masy w pierwszym roku użytkowania wyróżniała się odmiana Luzelle, w drugim odmiany Luzelle i Legend, a w trzecim — Legend niż krajowa odmiana Kometa (tab. 3). Opóźnienie terminu zbioru z fazy wegetatywnej do początku pąkowania powodowało istotny wzrost plonów. W trzecim roku użytkowania, w trzecim terminie zbioru (pełnia pąkowania) przypadającym w maju w okresie niedoboru wilgoci w glebie wystąpiło znaczne obniżenie plonu suchej masy lucerny.

Tabela 3

Plon suchej masy lucerny w zależności od odmiany i terminu zbioru I pokosu (tha^{-1})
Yield of dry matter depending on lucerne variety and harvest date of the 1st cut (tha^{-1})

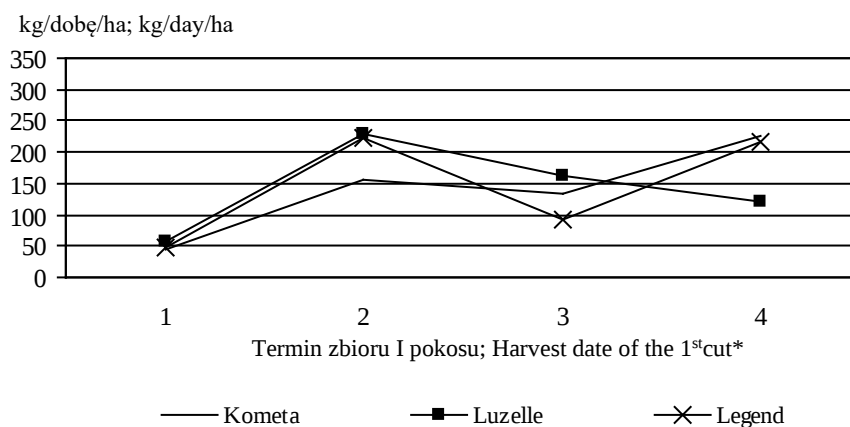
Wyszczególnienie Specification	Lata użytkowania Years of utilization		
	I (1999)	II (2000)	III (2001)
Odmiana Variety:			
Kometa	17,61	20,06	16,47
Luzelle	19,73	21,32	16,90
Legend	19,16	21,43	17,80
NIR ($\alpha = 0,05$)			
LSD ($\alpha = 0,05$)	0,921	0,757	0,742
Termin zbioru I pokosu Harvest date of the 1 st cut*			
1	14,87	18,33	15,60
2	18,71	20,71	18,14
3	20,21	21,44	15,67
4	21,55	23,27	18,82
NIR ($\alpha = 0,05$)			
LSD ($\alpha = 0,5$)	1,063	0,875	0,858

* Patrz tabela 2; See table 2

Największe tempo przyrostu suchej masy porównywanych odmian odnotowano w I pokosie między fazą wegetatywną a początkiem pąkowania lucerny oraz pełnią pąkowania i początkiem kwitnienia (rys. 1–2). W dwuletnim okresie badań najmniejsze dobowe przyrosty suchej masy w fazach wegetatywnej i początku pąkowania dotyczyły odmiany Kometa. W fazach pełni pąkowania i początku kwitnienia przyrosty suchej masy tej odmiany wykazywały tempo zbliżone do odmiany Legend w pierwszym i odmiany Luzelle w drugim roku użytkowania. Tempo akumulacji masy odmian Luzelle i Legend było podobne. Brak przyrostów suchej masy lucerny obserwowany między początkiem pąkowania a pełnią pąkowania wynikał prawdopodobnie z niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych zwłaszcza z niedostatku opadów, co powodowało żółknięcie, wędnięcie roślin oraz opadanie dolnych liści będące przejawem braku azotu w podłożu i słabego wiązania azotu atmosferycznego w tym okresie (Czerwiński, 1981).

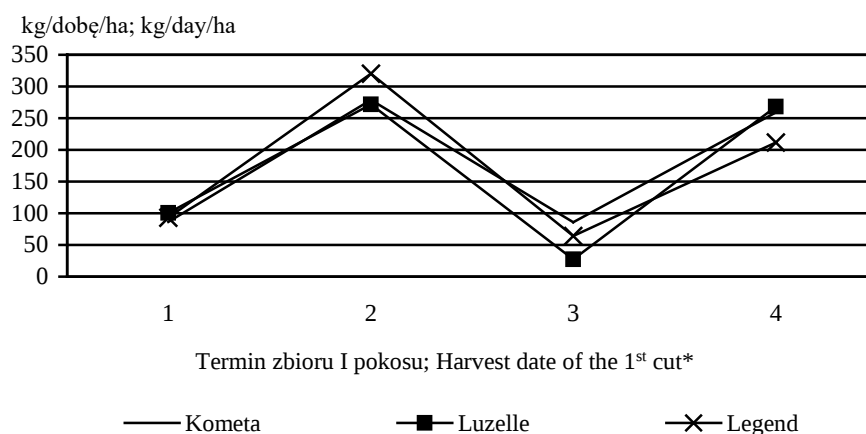
Porównywane odmiany charakteryzował zróżnicowany udział liści w plonie (tab. 4). Najbardziej ulistnione były odmiany Kometa oraz Legend. Lucerna zbierana w fazie

wegetatywnej i początku pąkowania była bardziej ulistniona niż w późniejszych terminach zbioru pierwszego pokosu.



* Patrz tabela 2: See Table 2

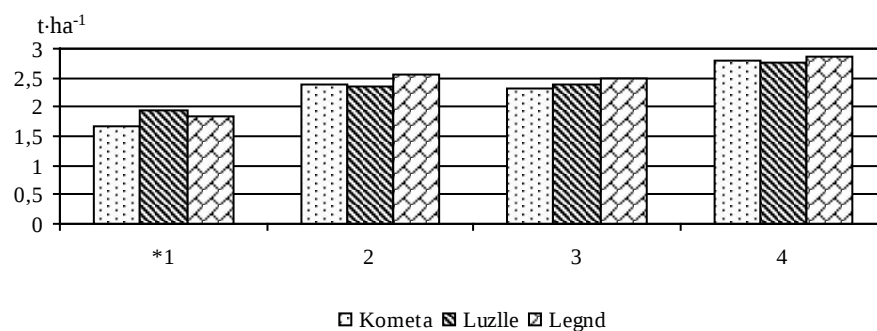
Rys. 1. Dynamika przyrostu suchej masy lucerny w I pokosie w I roku użytkowania (kg/dobę/ha)
Fig. 1. Rate of dry weight increase in the 1st cut of lucerne in the first year of utilization (kg/day/ha)



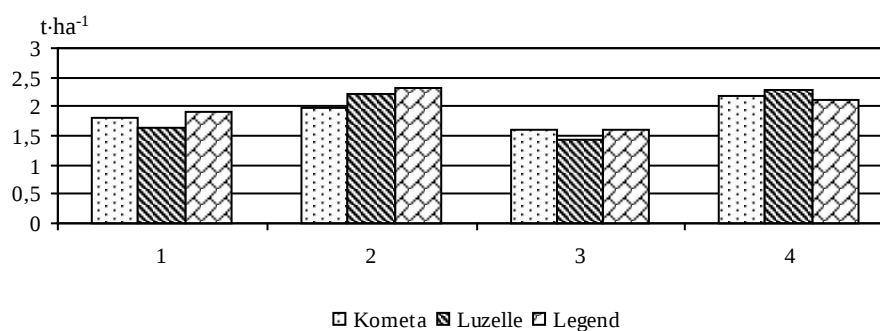
* Patrz tabela 2: See Table 2

Rys. 2. Dynamika przyrostu suchej masy w I pokosie w II roku użytkowania (kg/ dobę/ha)
Fig. 2. Rate of dry weight increase in the 1st cut of lucerne in the second year of utilization (kg/day/ha)

Masa liści w plonie lucerny zależała głównie od terminu zbioru pierwszego pokosu (rys. 3 i 4). W drugim roku użytkowania porównywane odmiany lucerny charakteryzowała podobna masa liści (rys. 3 a). Natomiast w trzecim roku zaznaczyła się tendencja do wytwarzania przez odmianę Legend większej masy liści niż przez pozostałe odmiany w fazach: wegetatywnej i początku pąkowania (rys. 3 b).



a) II rok użytkowania; 2nd year of utilization

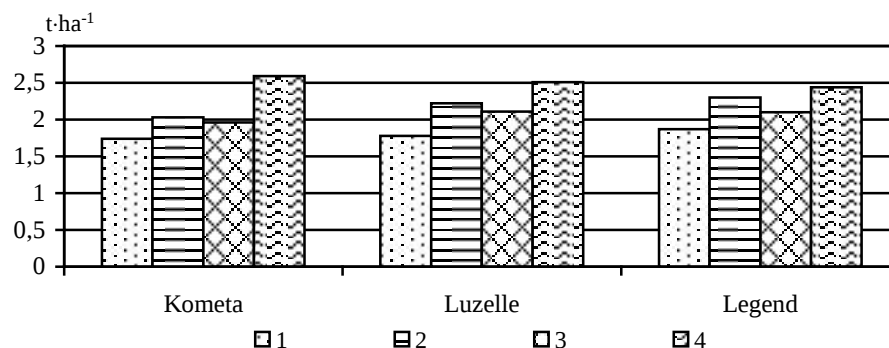


b) III rok użytkowania; 3rd year of utilization

* 1, 2, 3, 4 patrz tabela 2; See Table 2

Rys. 3. Masa liści w plonie suchej masy lucerny w I pokosie w latach użytkowania ($t \cdot ha^{-1}$)

Fig. 3. Mass of leaves in dry matter of lucerne in the 1st cut in the years of utilization ($t \cdot ha^{-1}$)



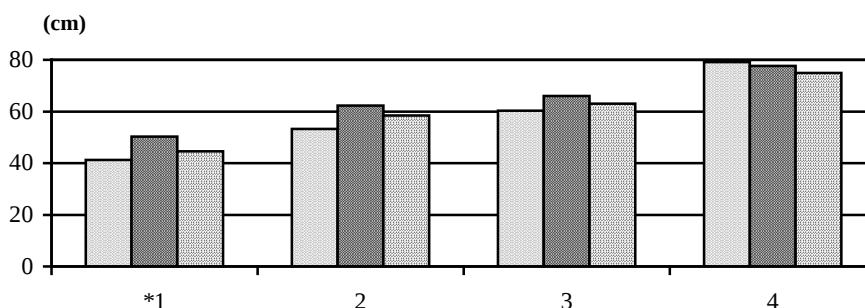
* Patrz tabela 2; See Table 2

Rys. 4. Masa liści w plonie suchej masy odmian lucerny w I pokosie w zależności od terminu zbioru ($t \cdot ha^{-1}$) (średnia ważona z lat użytkowania)

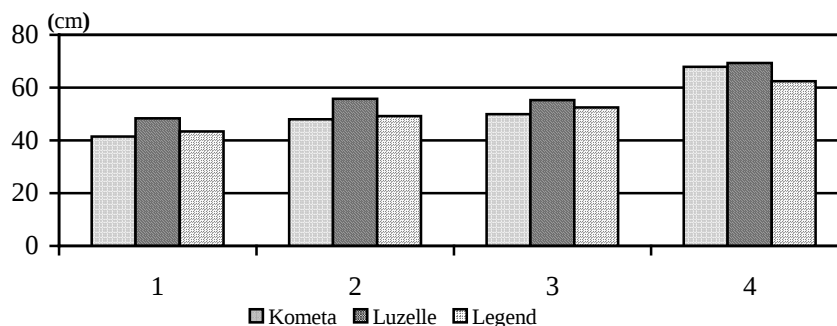
Fig. 4. Mass of leaves in dry matter of lucerne in the 1st cut depending on the harvest date ($t \cdot ha^{-1}$) (weighted mean for the years of utilization)

Zbiór pierwszego pokosu w terminach późniejszych, niezależnie od odmiany i roku użytkowania, powodował zwiększenie masy liści. Najmniejszą średnią ważoną masę liści w plonie odnotowano w fazie wegetatywnej, a największą w fazie początku kwitnienia. Z rysunku 4 wynikają pewne niewielkie różnice odmianowe średniej ważonej z lat użytkowania masy liści w fazie początku pąkowania i pełni pąkowania. Odmiany Luzelle i Legend wytwarzały większą masę liści niż trójlistna Kometa.

Wysokość pędów zależała zarówno od odmiany jak i terminu zbioru pierwszego pokosu i wykazywała zmienność w kolejnych latach użytkowania (rys. 5). W drugim i trzecim roku użytkowania w fazie wegetatywnej, początku pąkowania i pełni pąkowania najwyższe były pędy odmiany Luzelle. Rośliny odmian Kometa i Legend cechowała zbliżona wysokość. W fazie początku kwitnienia nieco większą wysokość osiągnęły odmiany Kometa i Luzelle niż Legend. Na ogół w fazie wegetatywnej zbierano rośliny o niskich pędach, w następnych terminach zbioru pierwszego pokosu osiągały one znacznie większą wysokość. W drugim roku użytkowania nastąpiło zwiększenie wysokości pędów.



a) II rok użytkowania; II year of utilization



b) III rok użytkowania; III year of utilization

*1, 2, 3, 4 patrz tabela 2: See Table 2

Rys. 5. Wysokość pędów lucerny w zależności od terminu zbioru I pokosu w latach użytkowania (cm)
Fig. 5. The height of lucerne shoots depending on the harvest date in the years of utilization (cm)

Tabela 4

Ulistnienie odmian lucerny w I pokosie w zależności od terminu zbioru (%)
Foliage in lucerne varieties in the 1st cut depending on the harvest time (%)

Wyszczególnienie Specification	Termin zbioru I pokosu* Harvest date of the 1 st cut*	Lata Years	
		II (2000)	III (2001)
Odmiana Cultivars			
Kometa	1	39,6	35,0
	2	38,3	32,3
	3	34,3	32,8
	4	32,6	31,5
Luzelle	1	39,2	29,3
	2	34,0	32,0
	3	33,3	29,5
	4	30,7	31,1
Legend	1	40,6	31,8
	2	37,7	35,3
	3	34,5	31,7
	4	32,4	32,1
Średnia dla odmian lucerny Mean for lucerne varieties			
Kometa		36,2	32,9
Luzelle		34,3	30,5
Legend		36,3	32,7
Średnia dla terminów zbioru I pokosu Mean for dates of the 1 st cut			
1		39,8	32,0
2		36,6	33,2
3		34,0	31,3
4		31,9	31,6

* Patrz tabela 2; See Table 2

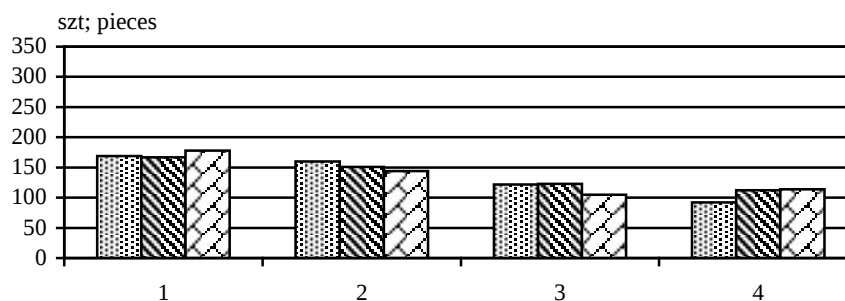
Tabela 5

Obsada roślin lucerny szt/m² w zależności od terminu zbioru I pokosu
Density of lucerne plants /m² depending on the harvest date of the 1st cut

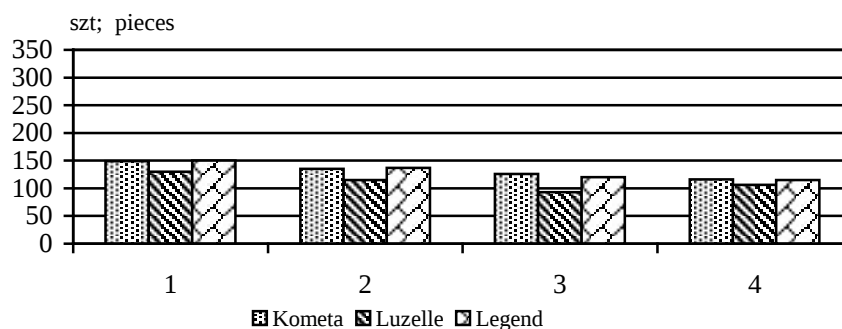
Wyszczególnienie Specification	Termin zbioru I pokosu; Harvest date of the 1 st cut*	Data obserwacji Term of observation					
		07. 05. 1999	11. 10. 1999	25. 05. 2000	06. 11. 2000	14. 05. 2001	01. 10. 2001
Odmiana Variety							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kometa	1	291	187	183	100	108	77
	2	252	210	185	148	108	95
	3	331	183	189	110	77	79
	4	333	225	125	125	121	97
Luzelle	1	227	193	206	125	92	81
	2	314	271	202	118	77	65
	3	304	214	227	125	56	67
	4	272	210	233	156	92	85
Legend	1	367	175	187	123	102	90
	2	362	329	287	204	106	92
	3	422	231	337	156	81	94
	4	518	262	267	177	100	117

1	2	3	4	5	6	7	8
Średnia dla odmian Mean for varieties							
Kometa		302	201	170	121	103	87
Luzelle		279	222	217	131	79	74
Legend		417	249	269	165	97	98
NIR ($\alpha = 0,05$)							
LSD ($\alpha = 0,05$)		54,6	27,3	38,3	19,1	13,7	14,2
Średnia dla terminów zbioru I pokosu Mean for dates of the 1 st cut							
1		295	185	192	115	100	82
2		309	270	224	130	97	84
3		352	209	251	153	71	80
4		375	232	208	157	104	100
NIR ($\alpha = 0,05$)							
LSD ($\alpha = 0,05$)		63,0	31,6	44,2	22,0	15,8	16,4

*1, 2, 3, 4 Patrz tabela 2: See Table 2



a) II rok użytkowania; II year of utilization



b) III rok użytkowania; III year of utilization

1, 2, 3, 4 Patrz tabela 2; See Table 2

Rys. 6. Liczba pędów lucerny w I pokosie w latach użytkowania w zależności od terminu zbioru I pokosu (w 0,5 kg zielonki)

Fig. 6. Number of lucerne shoots in the I cut in the years of utilization depending on the harvest date (in 0.5 kg green forage)

W zwartości ładu lucerny w drugim roku użytkowania obserwowano niewielkie różnice odmianowe (rys. 6 a). W późniejszych terminach zbioru pierwszego pokosu tzn. w fazie pełni pąkowania i początku kwitnienia odnotowano zmniejszenie liczby pędów. W kolejnym roku zbioru, odmiana Luzelle nieznacznie ustępowała odmianom Kometa i Legend ze względu na mniejszą liczbę pędów (rys. 6 b). Podobnie jak w roku poprzednim, termin zbioru pierwszego pokosu nie odgrywał większego znaczenia w kształtowaniu się zagęszczenia ładu lucerny (rys. 6 b).

Po trzech latach użytkowania nastąpiło znaczne przerzedzenie roślin w ładzie (tab. 5). Najlepiej utrzymywał się porost odmiany Legend i wynosił odpowiednio od 90 roślin na m² w warunkach zbioru pierwszego pokosu w fazie wegetatywnej do 117 roślin na m² w fazie początku kwitnienia, a najgorzej odmiany Luzelle, której obsada wynosiła odpowiednio 81 roślin na m² w fazie wegetatywnej i 85 roślin na m² w fazie początku kwitnienia. Jesienią trzeciego roku użytkowania udział chwastów, tj. mniszek lekarski, wiechlina roczna i gwiazdnica pospolita zasiedlających wolne miejsca po wypadłej lucernie dochodził od 11% do 15% plonu suchej masy. Z badanych terminów zbioru najkorzystniej na obsadę lucerny wpływał zbiór pierwszego pokosu w fazie początku kwitnienia. Koszenie lucerny w fazie wegetatywnej powodowało zamieranie roślin lucerny w większym stopniu niż w terminach późniejszych tzn. w fazie początku pąkowania, pełni pąkowania i początku kwitnienia.

Tabela 6

Trwałość roślin lucerny (%) (III rok użytkowania)
Persistence of lucerne plants (%) (3rd year of utilization)

Wyszczególnienie Specification	Termin zbioru I pokosu Harvest date of the 1 st cut*	Trwałość (%) Persistence (%)
Odmiana Variety		
Kometa	1	26,0
	2	38,4
	3	24,0
	4	28,6
Luzelle	1	36,0
	2	20,5
	3	22,0
	4	31,3
Legend	1	24,5
	2	25,7
	3	22,2
	4	22,6
Średnia dla odmian Mean for varieties		
Kometa		29,2
Luzelle		27,5
Legend		23,7
Średnia dla terminów zbioru I pokosu Mean for dates of the 1 st cut		
1		28,8
2		28,2
3		22,7
4		27,5

* Patrz tabela 2; See Table 2

Trwałość roślin w trzecim roku użytkowania podobnie jak obsada roślin wykazywała zróżnicowanie pod wpływem lat i czynników doświadczenia (tab. 6). W trzyletnich badaniach wysoką trwałością wyróżniała się odmiana Kometa zbierana w fazie początku pąkowania. Odmianę Luzelle charakteryzowała wysoka trwałość, gdy pierwszy pokos zbierany był w fazie wegetatywnej. Zbliżoną trwałość zanotowano u odmiany Legend niezależnie od terminu zbioru pierwszego pokosu, co sugeruje małą jej podatność na zbiór w fazach wegetatywnej i początku kwitnienia.

DYSKUSJA

W badaniach własnych stwierdzono lepsze plonowanie odmian pochodzenia zagranicznego (Luzelle, Legend) niż krajowej Kometa. Opinie na temat plonowania odmian lucerny spotykane w literaturze są zróżnicowane. Borowiecki i wsp. (1997) wykazali większą produktywność odmian krajowych niż zagranicznych. Inni autorzy uzyskali zbliżony bądź większy plon odmian zagranicznych (między innymi odmiany Legend) w porównaniu do rodzimej odmiany Radius (Harasimowicz-Herman i in., 1997; Wilczek i in., 1999). Ponadto, w badaniach nad wykorzystaniem lucerny do mieszanek z trawami na krótkotrwałe użytkowanie pastwiskowe wykazano najlepsze plonowanie odmiany francuskiej Luzelle w stosunku do krajowej odmiany Radius i węgierskiej Szentesi Róna (Borowiecki, Gawęł, 1997; Gawęł, 2001). O zbliżonym poziomie plonowania form wielolistkowych i trójlistnych donosi natomiast praca Yancheva i wsp. (2001). Wielkość plonu i elementów struktury plonu, zdaniem tych autorów zależy głównie od przebiegu warunków pogodowych, a nie od doboru odmiany.

Największe plony suchej masy uzyskano zbierając pierwszy pokos w fazie początku kwitnienia, co znane jest z literatury dotyczącej lucerny (Martiniello i in., 1997; Sheaffer i in., 2000).

W badaniach własnych stwierdzono, że odmianę trójlistną Kometa oraz wielolistkową Legend charakteryzuje wysoki i bardzo zbliżony udział liści w plonie. Nie znajduje to potwierdzenia we wcześniejszej pracy Wilczka i Ćwintala (2002), w której stwierdzono najwyższy udział liści w plonie odmiany wielolistkowej Legend niezależnie od liczby pokosów zbieranych w okresie wegetacji. Słabsze ulistnienie lucerny zbieranej w późniejszych terminach wykazane w przeprowadzonym doświadczeniu koresponduje z wynikami Sheaffera i wsp. (2000).

Praca Borowieckiego i wsp. (1997) wskazuje na lepszą trwałość porostu odmian krajowych tj. Boja, Radius i Tula niż odmian zagranicznych. W warunkach wypasu krótkotrwałego także wykazano dobrą trwałość polskiej odmiany Radius (Gawęł, 2001). W realizowanych badaniach własnych potwierdzono wysoką trwałość krajowej odmiany Kometa.

Jak wynika z badań własnych odmianę Luzelle charakteryzuje wysoka trwałość roślin gdy zbiór pierwszego pokosu wykonany jest w fazie wegetatywnej. Prawdopodobnie ta pozytywna cecha wiąże się z dobrym przystosowaniem tej odmiany do wypasu. Wcześniejsze prace własne opisują także dobrą trwałość odmiany Luzelle w warunkach użytkowania pastwiskowego (Gawęł, 1997; Gawęł, 2001). Harasimowicz-Herman (1997)

w podsumowaniu wyników na temat przydatności do uprawy wielolistkowej odmiany Legend uważa za konieczne określenie jej długotrwałości w warunkach agroklimatycznych Polski. W najnowszych badaniach Wilczka i Ćwintala (2002) wykazano przydatność tej odmiany do uprawy w surowszych warunkach klimatycznych rejonu południowo-wschodniej Polski.

WNIOSKI

1. Zbiór pierwszego pokosu lucerny w fazie wegetatywnej w porównaniu do koszenia roślin w początku kwitnienia istotnie obniżał plon suchej masy i plon liści. Powodował również skrócenie pędów, zmniejszenie obsady roślin na 1 m² oraz ich trwałości, natomiast zwiększał ulistnienie badanych odmian lucerny i zagęszczenie pędów w łanie.
2. W trzyletnim użytkowaniu, niezależnie od terminu zbioru pierwszego pokosu odmiany Luzelle i Legend odznaczały się wyższym poziomem plonowania oraz szybszym tempem przyrostu suchej masy w fazach wegetatywnej i początku pąkowania niż odmiana Kometa. Łan tych odmian był jednak mniej zagęszczony, a pędy niższe i mniej ulistnione niż odmiany Kometa.
3. Tempo akumulacji suchej masy odmian pastwiskowej Luzelle i wielolistkowej Legend było zbliżone w fazach wegetatywnej i początku pąkowania. W niekorzystnych warunkach pogodowych spowodowanych niedoborem opadów przypadającym w okresie zbioru pierwszego pokosu w fazie początku kwitnienia odmiana Kometa dorównywała przyrostami suchej masy odmianie Legend - w pierwszym i odmianie Luzelle — w drugim roku użytkowania.
4. Wysoką trwałością charakteryzowały się rośliny lucerny odmiany Kometa zbieranej w fazie początku pąkowania oraz odmiany pastwiskowej Luzelle w fazie wegetatywnej. Termin zbioru pierwszego pokosu miał niewielki wpływ na trwałość roślin lucerny odmiany Legend.

LITERATURA

- Alboudi A., Angevain M., Prosperi J. M., Mansat P. 1994. Cutting management and genotype effects on yield and dry matter rate in lucerne (*Medicago sativa* L.). Lusignan, 4–8 September 1994, EUCARPIA/FAO Rome REUR Technical Series. 36: 83 — 84.
- Borowiecki J., Gawęł E. 1997. Wstępna ocena przydatności odmian lucerny do użytkowania pastwiskowego i kośnego. Biul. Oc. Odm. 29: 173 — 177.
- Borowiecki J., Gawęł E., Guy P. 1997. Wzrost i plonowanie oraz jakość masy roślinnej krajowych i zagranicznych odmian lucerny. Cz. I. Tempo wzrostu i plonowanie. Pam. Puł. 111: 35 — 50.
- Borowiecki J., Małysiak B., Lipski S., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian lucerny mieszańcowej w zależności od częstotliwości koszenia. Pam. Puł. 107: 53 — 60.
- Czerwiński W. 1981. Fizjologia roślin. PWN, Warszawa: 605 ss.
- Gawęł E. 2001. Ocena przydatności mieszanek lucerny z trawami do użytkowania pastwiskowego. Cz. III. Budowa morfologiczna, trwałość i odrastanie roślin lucerny. Pam. Puł. 126: 35 — 51.
- Gawęł E. 1997. Plonowanie mieszanek lucerny z trawami w użytkowaniu kośnym i pastwiskowym. Biul. Oc. Odm. 29: 161 — 165.
- Gawęł E., Żurek J. 2003. Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. Biul. IHAR 225: 167 — 174.

- Harasimowicz-Herman G., Andrzejewska J., Nowak Wł., Sowiński J., Waniorek W. 1997. Ocena przydatności amerykańskiej wielolistkowej odmiany lucerny do uprawy w warunkach agroklimatycznych Polski. Biul. Oc. Odm. 29: 115 — 119.
- Łyszczarz R. 2001. Modelowe badania nad wpływem terminu zbioru pierwszego pokosu na ilościowe i jakościowe parametry żywicy trwałej i jej mieszanek z lucerną siewną. Pam. Puł. 125: 321 — 329.
- Lista odmian roślin rolniczych COBORU. 2003. Słupia Wielka: 220 ss.
- Martiniello P., Paoletti R., Berardo N. 1997. Effect of phenological stages on dry matter and quality components in lucerne. European J. Agron. 6 (1–2): 79 — 87.
- Pawlak T. 1992. Wpływ terminu sprzętu pierwszego pokosu i częstotliwości koszenia na produktywność użytków zielonych. Wiad. IMUZ., T. VII (2): 255 — 276.
- Sheaffer C. C., Martin N. P., Lamb J. F. S., Cuomo G. R., Jewett J. G., Quering S. R. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa entries. Agron. J. 92: 733 — 739.
- Volenc J. J., Cherney J. H. 1990. Yield components, morphology, and forage quality of multifoliate alfalfa phenotypes. Crop Sci. 30: 1234 — 1238.
- Wilczek M., Ćwintal M., Michałowski Cz. 1999. Plonowanie lucern różnego pochodzenia w warunkach 3- i 4-kośnego zbioru. Zesz. Nauk. AR Kraków. 62: 363 — 368.
- Wilczek M., Ćwintal M. 2002. Wpływ liczby pokosów i odmian różnego pochodzenia na plonowanie oraz jakość lucerny. Cz. I. Plon, jego struktura i wydajność białka. Acta Sci. Pol., Agricultura 1 (2): 131 — 140.
- Yancheva Ch., Doduntchev N., Yankov B. 2001. Structure analysis of the productivity of some multifoliate alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pam. Puł. 125: 355 — 362.
- Żurek J., Gawęł E. 2003. Efektywność rozkładu w żwaczu suchej masy lucerny w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. Biul. IHAR 225: 175 — 181.

MAREK ĆWINTAL**DOROTA KOŚCIELECKA**Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu

Część I. Struktura zagęszczenia roślin i pędów

**The influence of the way of sowing and amount of seeds on the density structure,
yielding and quality of diploid and tetraploid red clover in the year of sowing**

Part I. Density structure of plants and shoots

Doświadczenie polowe z koniczyną czerwoną uprawianą na paszę, przeprowadzono w latach 1999–2001, metodą bloków kompletnie zrandomizowanych, w czterech powtórzeniach, na glebie kompleksu pszenno dobrego (klasa IIIa). Badano strukturę zagęszczenia roślin i pędów koniczyny w roku siewu. W eksperymencie uwzględniono dwa sposoby siewu: siew czysty (bez rośliny ochronnej) i wsiewka w jęczmień jary; cztery ilości wysiewu nasion (212, 424, 636, 848 szt.·1m²) oraz dwie odmiany (Dajana — 2n i Etos — 4n). Określono polowe wschody koniczyny, liczbę roślin na 1 m² i ich zróżnicowanie w zależności od średnicy szyjki korzeniowej, obsadę pędów oraz liczbę i masę pędów z rośliny. Wzrost ilości wysiewu nasion powodował spadek polowych wschodów koniczyny, natomiast zwiększał obsadę roślin i udział w niej „siewek”. Nie zróżnicował istotnie obsady pędów, co było efektem samoregulacji ładu, determinowanym zmiennym udziałem roślin o różnej średnicy szyjki korzeniowej i liczbą wyrastających z nich łodyg. Odmiana Dajana charakteryzowała się istotnie większymi wschodami oraz obsadą roślin i pędów na 1 m², niż Etos. W strukturze zagęszczenia roślin, „siewki” (rośliny bez pędów) stanowiły 72,2% w koniczynie wsiewanej w jęczmień jary oraz 38,8% w uprawianej z siewu czystego. Wraz ze wzrostem średnicy szyjki korzeniowej rośliny wykształcały większą liczbę pędów, ale nie zawsze o większej masie.

Słowa kluczowe: koniczyna czerwona, obsada roślin i pędów, rok siewu

The field experiment upon red clover cultivated for fodder was carried out in 1999–2001. Completely randomized blocks in four replications on good wheat complex soil (class III a) were applied. Density structure of clover plants and shoots was studied in the year of sowing. The effects of two sowing ways: pure sowing (no cover crop) and sowing into the spring barley (undersown clover), four seed quantities (212, 424, 636, 848 seeds·1 m²) as well as of two varieties (Dajana — 2n and Etos

— 4n) were examined. Field emergence, number of plants per 1 m², plants differentiation depending on the root collar diameter, shoot density as well as a number and weight of shoots per plant, were evaluated. With increasing number of seeds in the plots the rate of plant emergence decreased, whereas the plant density and seedling share increased. No significant effect on the shoot density was observed, due to crown self-regulation determined by a variable share of plants differing in a diameter of root collar and a number of stems. Plants of cv. Dajana were characterized by significantly better emergence as well as by higher plant and shoot density per 1 m² compared to those of cv. Etos. In plant density structure, the seedlings (plants without shoots) amounted 72.2% in the clover sown into the spring barley and 38.8% in the clover cultivated in pure sowing. The enlargement of root collar was associated with the increasing number of shoots, which were not always of greater weight.

Key words: red clover, year of sowing, plant and shoot density

WSTĘP

Koniczyna czerwona — łąkowa (*Trifolium pratense* L.) jest uprawiana na paszę głównie jako wsiewka w roślinę ochronną, ale także i w siewie czystym — bez rośliny ochronnej (Wilczek i in., 1999; Starzycki, 1981). Sposób siewu wpływa bezpośrednio na wschody roślin oraz ich zagęszczenie. Z uwagi na trudniejsze warunki wzrostu koniczyny w roślinie ochronnej, zalecane są w takim przypadku większe ilości wysiewu nasion (Starzycki, 1981). Należy jednak podkreślić, że rośliny motylkowe drobnonasiennne charakteryzuje zdolność do samoregulacji zagęszczenia łąnu, w wyniku której ze znacznie różniących się ilości wysianych nasion uzyskuje się zbliżone plony (Ćwintal, 2000; Jelinowska i in., 1992; Wilczek, 1986; Wilczek, Ćwintal, 1993). Optymalna ilość wysiewu nasion, zapewniająca właściwą obsadę roślin, jest zmienna i trudna do ustalenia, ponieważ zależy od wielu czynników, głównie takich jak: warunki siedliskowe, jakość materiału siewnego, odmiany oraz zabiegi agrotechniczne (Borowiecki i in., 1996; Broniarz, 2002; Gawęł, 1988; Ścibior, Bawolski, 1994). Pierwszy rok uprawy koniczyny (rok siewu) jest ważny, ponieważ ustala się wówczas struktura zagęszczenia łąnu oraz kształtują się cechy plonotwórcze roślin, determinujące trwałość i plonowanie plantacji w kolejnych latach użytkowania. W przypadku koniczyny czerwonej, zarówno u odmian di- jak i tetraploidalnych zagadnienie samoregulacji nie jest w pełni poznane.

Dlatego też podjęto badania, których celem było określenie wpływu różnych ilości wysiewu nasion w roślinę ochronną i w siewie czystym, na obsadę roślin i pędów oraz strukturę zagęszczenia di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1999–2001 w Felinie k. Lublina przeprowadzono eksperyment polowy z koniczyną czerwoną (łąkową) uprawianą na paszę. Każdego roku zakładano nową serię 3-letnich badań, z których w niniejszej pracy przedstawiono wyniki tylko z lat siewu (1999, 2000, 2001). Doświadczenie realizowano na mikropoletkach, w układzie kompletnej randomizacji, w czterech powtórzeniach z poletkami zapasowymi. Powierzchnia pojedynczego poletka do zbioru wynosiła 1 m². W czasie zbioru kolejnych odrostów wykopywano rośliny ze środkowego rzędu każdego poletka o długości 1 mb. (0,2 m²) w celu dokładnego określenia: liczby roślin na 1 m², liczby pędów wyrastających z rośliny

i zróżnicowania średnicy szyjki korzeniowej. Takie poletka były zastępowane w kolejnych odrostach przez zapasowe — z nieuszkodzonym porostem roślin.

W eksperymencie uwzględniono następujące czynniki: dwa sposoby siewu — siew czysty (bez rośliny ochronnej) i wsiewka w jęczmień jary (odmiana Rataj — $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); dwie odmiany — Dajana (2n) i Etos (4n) oraz cztery ilości wysiewu nasion w przeliczeniu na 100% zdolność kiełkowania: 1–212; 2–424; 3–636; 4–848 szt. $\cdot \text{m}^2$, które odpowiadały następującym ilościom w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$: 4, 8, 12, 16 (Dajana) i 5,5; 11,0; 16,5; 22,0 (Etos). Masa 1000 nasion odmiany Dajana wynosiła 1,89, a odmiany Etos — 2,60 g, zaś laboratoryjna zdolność kiełkowania odpowiednio: 82,0 i 80,5%.

Doświadczenie prowadzono na glebie płowej zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego (klasa IIIa). Gleba ta charakteryzowała się pH_{KCl} 6,5 i zawierała 2,55% próchnicy oraz następujące ilości składników przyswajalnych w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$: 57,5 P; 161,0 K; 61 Mg; 5,6 Cu; 115 Mn; 17,6 Zn; 2,9 B; 0,03 Mo i 168 Fe.

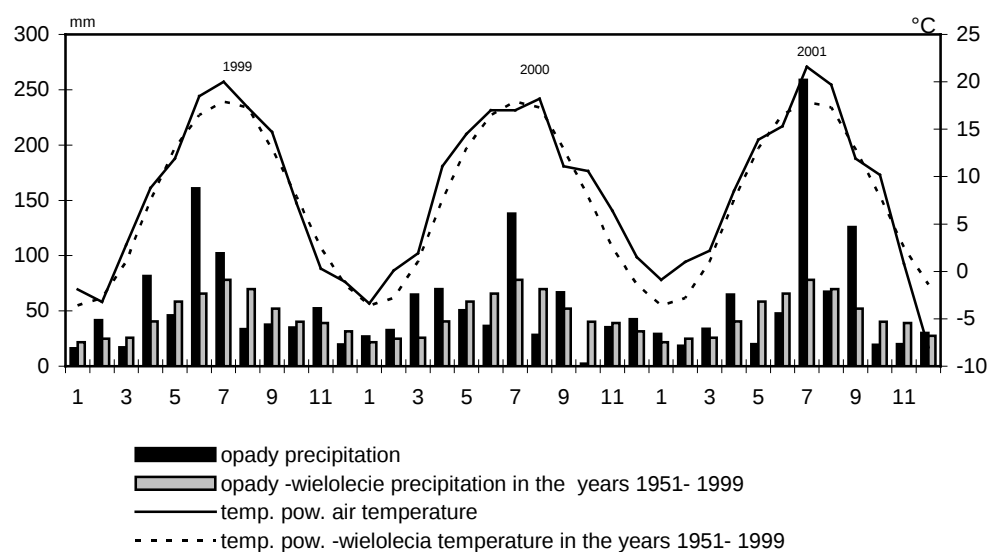
Nasiona koniczyny, zaprawione nitraginą, wysiewano poletkowym siewnikiem samobieżnym w drugiej połowie kwietnia, w rzędy co 20 cm, na głębokość około 1 cm, prostopadle do rzędów rośliny ochronnej. Jęczmień jary wysiewano tym samym siewnikiem tuż przed wysiewem koniczyny. Nawozy mineralne stosowano wiosną przed siewem w ilości $34,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P i $99,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K oraz 20 kg N w kombinacji z siewem czystym i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ N w przypadku wsiewki w jęczmień.

Każdego roku po wschodach określono liczbę roślin koniczyny i jęczmienia na 1 m^2 . Koniczynę z siewu czystego zbierano dwukrotnie: pierwszy pokos (I) w pełni kwitnienia, a drugi (II) w fazie pąkowania. Termin zbioru jęczmienia jarego pokrywał się ze zbiorem I pokosu koniczyny uprawianej w siewie czystym, natomiast ścierniankę zbierano równocześnie z II odrostem. Określono podstawowe elementy struktury ładu jęczmienia jarego (liczbę roślin i kłosów na 1 m^2) oraz obsadę roślin i pędów koniczyny w poszczególnych odrostach. Poza tym wykopane rośliny podzielono na frakcje w zależności od średnicy szyjki korzeniowej, a w obrębie każdej frakcji oznaczono liczbę roślin z pędami oraz „siewek” (roślin bez pędów), liczbę pędów z rośliny i masę pędu. Wydzielono następujące frakcje roślin: a) $\leq 0,2$; b) 0,3–0,6; c) 0,7–1,0; d) 1,1–1,4; e) $\geq 1,5$ cm i określono ich procentowy udział w strukturze zagęszczenia.

Dane pogodowe pochodzą ze Stacji Meteorologicznej w Felinie, należącej do Katedry Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji i $\text{NIR}_{0,05}$ według Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę warunków pogodowych w latach siewu przedstawiono porównując średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów na tle wielolecia (rys. 1) oraz oddzielnie dla I i II odrostu koniczyny (tab. 1). Przebieg pogody ma bowiem duży wpływ na wschody roślin oraz kształtowanie elementów struktury plonu, zarówno rośliny ochronnej jak i wsiewki koniczyny. Podstawowe cechy plonotwórcze jęczmienia jarego zamieszczono w tabeli 2. Istotnie najniższe wartości tych elementów zanotowano w roku 1999.



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w okresie badań na tle wielolecia (1951–1999)

Fig. 1. Mean monthly air temperatures and precipitation in the study period compared to those in the years 1951–1999

Tabela 1

Dane meteorologiczne w latach siewu koniczyny
Meteorological data in sowing years of red clover

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Pokos — Cut		Σ lub $\bar{x}$
		I	II	
Data zbioru Date of harvest	1999	21.07	14.09	—
	2000	17.07	11.09	—
	2001	24.07	17.09	—
Okres wegetacji w dniach Growth period in days	1999	86	55	141
	2000	72	56	128
	2001	77	55	132
Średnia dobową temperatura powietrza w °C Mean daily air temperature in °C	1999	15,6	16,9	16,2
	2000	16,3	16,4	16,3
	2001	16,6	18,5	17,5
Suma opadów w mm Rainfall in mm	1999	281,0	77,2	358,2
	2000	150,0	123,3	273,3
	2001	256,9	225,5	482,4
Liczba dni z opadami Number of days with rain	1999	30	17	47
	2000	29	20	49
	2001	29	22	51
Zachmurzenie w skali 1-8° Cloud cover in the 1-8° scale	1999	3,7	3,7	3,7
	2000	4,1	4,6	4,3
	2001	5,1	4,8	4,9

Wystąpiły wówczas największe opady deszczu, przewyższające w czerwcu ponad 2-krotnie średnią z wielolecia. W takich warunkach wilgotnościowych stwierdzono bardzo intensywny rozwój wsiewki koniczyny, która okazała się konkurencyjna dla jęczmienia i ograniczyła jego krzewienie. Najsilniej przez to obniżyła się liczba kłosów na 1 m², a także liczba ziaren w kłosie. Zbliżone wartości elementów struktury plonu jęczmienia jarego podają Ścibior i Bawolski (1994) oraz Wilczek i wsp. (1999), natomiast Zajac i wsp. (1995) stwierdzili nadmierne jego zagęszczenie i negatywny wpływ na przeżywalność roślin koniczyny, przy ograniczonym wysiewie o 20%.

Tabela 2

Elementy struktury plonu jęczmienia jarego
Elements of spring barley yield structure

Rok Year	Liczba roślin po wschodach (szt·m ⁻²) Number of plants after germination per 1m ²	Liczba roślin podczas zbioru (szt·m ⁻²) Number of plants during harvest per 1m ²	Liczba kłosów (szt·m ⁻²) Number of ears per 1m ²	Liczba ziarn w kłosie (szt) Number of grains per ear	MTZ (g) Weight of thousand grains (g)
1999	115	108	371	13	47,5
2000	118	112	439	17	49,3
2001	130	123	425	16	50,5
$\bar{x}$	121	114	412	15	49,1
NIR _{0,05}	13,2	12,6	46,8	1,62	—
LSD _{0,05}					

Polowe wschody koniczyny czerwonej były zróżnicowane na tle badanych czynników (tab. 3). Średnio, większym procentem wzeszłych roślin charakteryzowała się odmiana Dajana niż Etos. Wysiew koniczyny w jęczmień jary ograniczał przeciętnie o 5% wschody roślin odmiany Dajana i o 4% — odmiany Etos, w stosunku do siewu czystego. Należy podkreślić, że w warunkach suchej wiosny w roku 2001 (rys. 1), różnica ta była większa i wynosiła odpowiednio 14 i 7%. Słabsze wschody koniczyny wsiewanej w roślinę ochronną i większe uzależnienie od przebiegu pogody potwierdzają także inni autorzy (Gawel, 1988; Wilczek i in., 1999; Zajac i in., 1997). Wraz ze zwiększaniem ilości wysiewu nasion od 212 do 848 szt·1 m², malała procentowo liczba wzeszłych roślin odmiany Dajana z 51 do 44% (siew czysty) i z 44 do 39% (wsiewka), zaś odmiany Etos odpowiednio z 36 do 26 i z 31 do 24%.

Liczba roślin koniczyny na 1 m² różniła się istotnie w poszczególnych latach siewu oraz pod wpływem czynników eksperymentu (tab. 4). Największą obsadę (202 szt·1 m²) stwierdzono w roku 1999, charakteryzującym się wilgotną wiosną, a najmniejszą (137 szt·1 m²) w 2001 o suchej wiosnie (rys. 1). Kolejno wzrastające ilości wysiewu koniczyny istotnie zwiększały obsadę roślin na jednostce powierzchni, aczkolwiek nieproporcjonalnie w stosunku do liczby wysianych nasion, co jest zgodne z wcześniejszymi badaniami nad ilościami wysiewu wieloletnich roślin motylkowatych (Ćwintal, 2000; Ścibior, Bawolski, 1994; Wilczek i in., 1999). W roku siewu największe zagęszczenie koniczyny było po wschodach, a istotnie mniejsze podczas zbioru drugiego odrostu. Większe ubytki roślin wystąpiły w przypadku siewu czystego niż we wsiewce, co wykazała interakcja sposoby siewu × pokosy. Wynik taki świadczy o dużej sile życiowej młodych roślin koniczyny po

zbiorze jęczmienia, co podkreśla także Zająć i wsp. (1995) oraz Zająć i Witkiewicz (1999). Istotnie większym zagęszczeniem roślin charakteryzowała się odmiana Dajana w porównaniu z Etos. Ponadto większą liczbę roślin na 1 m² zanotowano w koniczynie z siewu czystego, niż we wsiewce. Zagęszczenie odmiany Dajana nie różniło się pomiędzy sposobami siewu, natomiast Etos była istotnie rzadsza w wsiewce.

Tabela 3

Procentowy udział wschodów roślin w stosunku do liczby wysianych nasion koniczyny czerwonej
Proportion of the emerged red clover plants in the number of seeds sown in the experiment

Ilości wysianych nasion No. of seeds per 1 m ²			Siew czysty Pure sowing										Wsiewka Undersown clover									
szt·m ⁻² no·m ⁻²	kg·ha ⁻¹		1999		2000		2001		$\bar{x}$		1999		2000		2001		$\bar{x}$					
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E				
212	4	5,5	51	22	55	47	46	39	51	36	54	23	49	40	30	29	44	31				
424	8	11,0	53	20	43	36	37	32	44	29	52	20	41	34	28	25	40	26				
636	12	16,5	52	22	41	33	41	29	45	28	49	19	44	31	27	25	40	25				
848	16	22,0	48	20	41	32	42	27	44	26	46	18	42	31	28	23	39	24				
$\bar{x}$			51	21	45	37	42	32	46	30	50	20	44	34	28	25	41	26				

D — odmiana Dajana; Variety Dajana

E — odmiana Etos; Variety Etos

Tabela 4

Liczba roślin koniczyny na 1 m²
Number of plants per 1 m²

Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing	Wsiewka Undersown clover	$\bar{x}$
Ilości wysiewu Rate of sowing	1	89	74	81
	2	146	140	143
	3	211	209	210
	4	259	249	254
Pokosy Cuts	w	196	173	184
	I*	181	168	175
	II	152	163	157
Odmiany Varieties	D	215	218	217
	E	137	118	127
Lata Years	1999	202	202	202
	2000	173	180	177
	2001	154	121	137
	$\bar{x}$	176	168	—

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} pomiędzy — between:

latami — years = 9,8

ilościami wysiewu — rates of sowing = 12,5

pokosami — cuts = 9,8; odmianami — varieties = 6,7

sposobami siewu — sowing way = 6,7

we współdziałaniu — in interaction: lata × sposoby siewu — years × sowing way = 16,9

sposobami siewu × odmiany / sowing way × varieties = 12,5

sposobami siewu × pokosy / sowing way × cuts = 16,9

w — liczba roślin po wschodach; number of plants after emergence

* — liczba roślin koniczyny podczas zbioru jęczmienia (dotyczy wsiewki); number of red clover plants during barley harvest (concerns the undersown clover)

Wśród roślin koniczyny czerwonej były takie, które podczas zbioru nie miały wykształconej łodygi („siewki”). Przeciętnie w latach siewu takich roślin było od 49,7 do 66,6% (tab. 5). Wzrost ilości wysiewu nasion od najniższej do najwyższej zwiększał ich udział z 44,1 do 63,9%. Zasadniczy jednak wpływ na obecność „siewek” miał sposób siewu koniczyny. W przypadku wysiewu nasion w jęczmień jary udział „siewek” wynosił 72,2%, podczas gdy z siewu czystego 38,8%. Z porównywanych odmian, Dajana charakteryzowała się większym o 4,0% udziałem takich roślin od Etos. W dostępnej literaturze przedmiotu nie spotkano aktualnych danych charakteryzujących tę cechę.

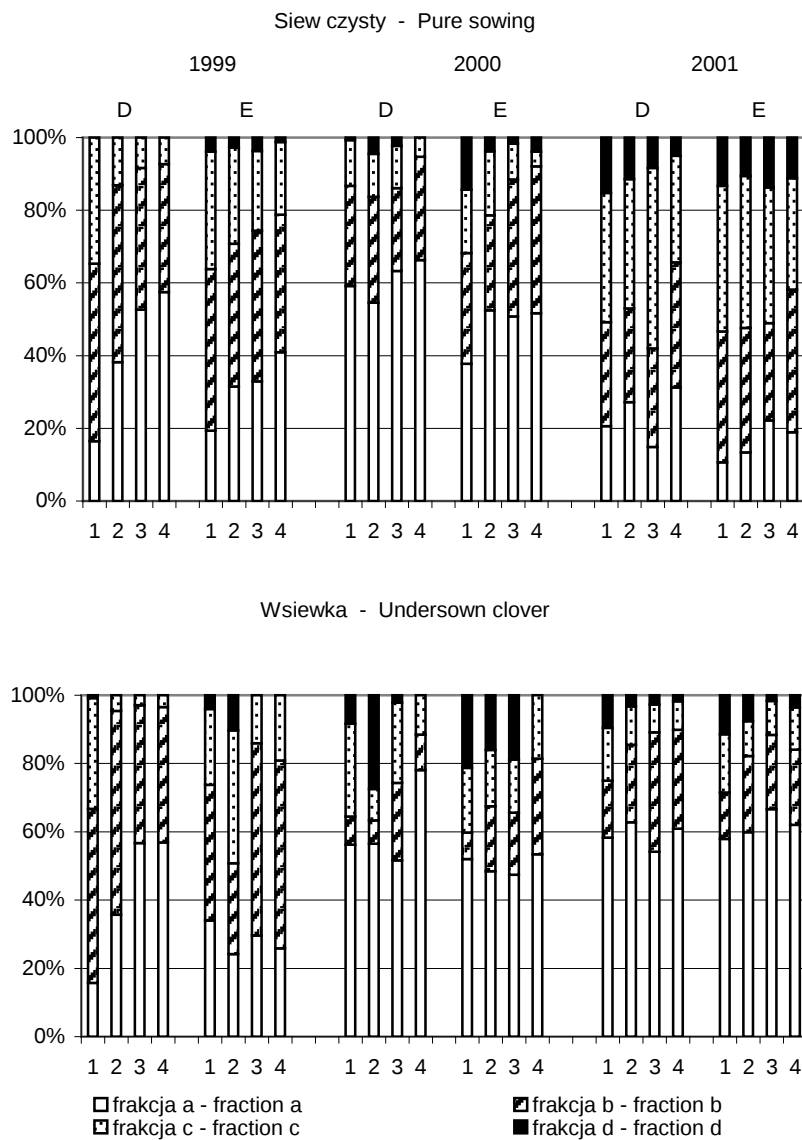
Tabela 5

Procentowy udział „siewek” w obsadzie roślin na 1 m ² Percentage content of seedlings in plant density per 1 m ²				
Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing	Wsiewka Undersown clover	$\bar{x}$
Ilości wysiewu Rate of sowing	1	27,8	60,5	44,1
	2	35,9	70,9	53,4
	3	44,5	76,6	60,5
	4	47,1	80,7	63,9
Pokosy Cuts	I	40,1	86,8	63,4
	II	38,1	57,6	47,8
Odmiany Varieties	D	39,7	75,4	57,5
	E	38,0	69,1	53,5
Lata Years	1999	46,7	53,6	50,1
	2000	49,7	83,6	66,6
	2001	20,1	79,4	49,7
$\bar{x}$		38,8	72,2	55,5

W strukturze zagęszczenia koniczyny, poza „siewkami”, określono procentowy udział frakcji roślin o różnej średnicy szyjki korzeniowej (rys. 2). W roku siewu największa średnica roślin koniczyny mieściła się w przedziale 1,1–1,4 cm, określonym jako frakcja „d”. Rośliny tej frakcji stanowiły niewielki odsetek i występowały głównie w kombinacjach o najmniejszej ilości wysiewu nasion, liczniej u odmiany Etos, niż Dajany oraz w kombinacji z siewem czystym, niż we wsiewce. Najliczniejszą była frakcja „a”, którą stanowiły rośliny o średnicy $\leq 0,2$ cm, będące w większości „siewkami”. Na zróżnicowanie procentowego udziału poszczególnych frakcji roślin w łanie miały wpływ ilości wysiewu nasion i sposób siewu. W piśmiennictwie brak jest wyczerpujących danych o kształtowaniu się średnicy szyjek korzeniowych roślin koniczyny w łanie pod wpływem czynników agrotechnicznych. Na tę cechę zwrócił uwagę jedynie Zajac i wsp. (1995).

W latach siewu warunki pogodowe istotnie różnicowały obsadę pędów koniczyny czerwonej na 1 m² (tab. 6). Największe zagęszczenie łodyg zanotowano w 1999 roku, a najmniejsze w 2000. Korzystne warunki wilgotnościowe wiosną 1999 roku spowodowały, że duża część roślin uprawianych jako wsiewka w jęczmień jary wydała pędy, które podwyższyły średnią ich obsadę. Istotnie większe zagęszczenie pędów na jednostce powierzchni wystąpiło w drugim odroście niż w pierwszym, co jest zrozumiałe ze względu na mniejszy udział „siewek”. Z tego też powodu koniczyna uprawiana w siewie czystym wykształcała większą liczbą pędów na 1 m² w stosunku do wsiewanej w jęczmień jary.

Z porównywanych odmian istotnie większą obsadą pędów w roku siewu odznaczała się Dajana.



D — odm. Dajana (2n) — var. Dajana (2n); E — odm. Etos (4n) — var. Etos (4n)

1, 2, 3, 4 — Ilości wysiewu nasion (szt·m⁻²) — Seed rate of sowing (szt·m⁻²)

Rys. 2. Procentowy udział frakcji roślin o różnej średnicy szyjki korzeniowej
Fig. 2. Percentage content of plant fractions according to the collar diameter

Analizując osadę pędów w zależności od ilości wysiewu nasion, nie stwierdzono istotnego zróżnicowania. Wynik taki jest efektem samoregulacji zagęszczenia łanu i świadczy o dużych zdolnościach kompensacyjnych koniczyny, która przy istotnie różniącej się obsadzie roślin od 81 do 254 szt./1 m², wydała podobną liczbę pędów (111–120 szt.). Na zagadnienie to zwracają uwagę niektórzy autorzy (Gaweł, 1988; Jelinowska i in., 1992; Wilczek, 1986), tłumacząc samoregulację mniejszą liczbą pędów z rośliny przy gęściejszym siewie, a większą przy rzadszym. Jest to bardzo ogólne wyjaśnienie problemu, którego istota zdaje się tkwić w zróżnicowaniu średnicy szyjek korzeniowych roślin i ich zmieniającym się procentowym udziałem w łanie.

Tabela 6

Liczba pędów na 1 m ² Number of shoots per 1 m ²				
Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing	Wsiewka Undersown clover	$\bar{x}$
Ilości wysiewu Rate of sowing	1	154	67	111
	2	168	67	118
	3	168	70	119
	4	172	68	120
Pokosy Cuts	I	156	27	92
	II	175	109	142
Odmiany Varieties	D	171	75	123
	E	160	61	110
Lata Years	1999	160	123	141
	2000	156	37	97
	2001	181	44	112
$\bar{x}$		166	68	—

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} pomiędzy — between:
 latami — years = 13,2
 sposobami siewu — sowing way = 9,0
 pokosami — cuts = 9,0
 odmianami — varieties = 9,0
 we współdziałaniu — in interaction: sposoby siewu × pokosy — sowing way × cuts = 16,8

Z niniejszych badań wynika, że to właśnie średnica szyjki korzeniowej ma duży wpływ na liczbę wyrastających pędów z rośliny (tab. 7). Wraz ze wzrostem średnicy szyjki korzeniowej zwiększała się ich liczba. Rośliny należące do frakcji „a”, o średnicy ≤ 2 mm, sporadycznie wykształcały łodygi. W tej frakcji na jedną roślinę przypadało od 0,11 (wsiewka) do 0,28 (siew czysty) pędu. Najwięcej łodyg (2,44 — siew czysty i 2,14 — wsiewka) wyrastało z roślin frakcji „d”, o średnicy szyjki korzeniowej 1,1–1,4 cm. Różnicujący wpływ na liczbę pędów z rośliny tej samej frakcji miały ilości wysiewu. W większości frakcji w miarę wzrostu wysiewu nasion malała liczba pędów, zarówno w przypadku siewu czystego jak i wsiewki. Poza ilościami wysiewu na liczbę pędów z rośliny tej samej frakcji miały istotny wpływ pokosy, lata i odmiany. Należy podkreślić, że pojedyncze rośliny odmiany Etos wykształcały więcej pędów, niż odmiany Dajana z wyjątkiem frakcji „b” — siew czysty. Wyniki charakteryzujące powyższą cechę w układach korelacyjnych można spotkać w pracach Zająca i wsp. (1997 i 1999).

Tabela 7

Liczba pędów z rośliny w zależności od średnicy szyjki korzeniowej — frakcji
Number of shoots per plant depending on the of collar-root diameter— of fraction

Wyszczególnienie Specification	Siew czysty — Pure sowing				Wsiewka — Undersown clover			
	Frakcje — Fraction							
	a	b	c	d	a	b	c	d
Ilości wysiewu — Rate of sowing								
1	0,44	1,62	1,27	3,31	0,11	0,71	2,36	3,42
2	0,30	1,55	1,47	2,18	0,27	0,92	1,54	2,24
3	0,18	1,15	1,58	2,13	0,01	0,68	1,48	2,22
4	0,22	0,88	0,92	2,14	0,03	0,61	1,61	0,67
NIR — LSD _{0,05}	0,021	0,096	0,096	0,176	0,008	0,053	0,126	0,155
Pokosy — Cuts								
I	0,41	1,68	1,21	2,70	0,08	0,24	0,76	1,15
II	0,16	0,94	1,42	2,18	0,14	1,23	2,75	3,13
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,011	0,054	0,054	0,100	0,004	0,031	0,073	0,088
Odmiany — Varieties								
D	0,27	1,30	0,95	2,12	0,04	0,59	1,66	2,28
E	0,30	1,32	1,66	2,76	0,18	0,85	1,84	2,00
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,011	0,054	0,054	0,100	0,004	0,031	0,073	0,088
Lata — Years								
1999	0,16	1,14	1,30	2,47	0,21	1,18	2,51	1,60
2000	0,44	1,64	1,45	2,88	0,05	0,66	1,67	2,40
2001	0,26	1,17	1,20	1,97	0,08	0,35	1,06	2,40
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,016	0,076	0,076	0,141	0,006	0,042	0,102	0,123
$\bar{x}$	0,28	1,31	1,31	2,44	0,11	0,73	1,75	2,14

Średnica szyjki korzeniowej; Collar-root diameter: a, b, c, d
a ≤ 0,2 cm; b 0,3–0,6; c 0,7–1,0; d 1,1–1,4

Tabela 8

Sucha masa pojedynczego pędu w zależności od średnicy szyjki korzeniowej — frakcji (g)
Dry mass in one shoot depending on the of collar-root diameter — fraction (g)

Wyszczególnienie Specification	Siew czysty — Pure sowing				Wsiewka — Undersown clover			
	Frakcje — Fraction							
	a	b	c	d	a	b	c	d
Ilości wysiewu — Rate of sowing								
1	0,80	1,40	1,80	1,87	0,86	1,56	1,69	2,36
2	0,93	1,26	1,66	1,81	1,30	1,77	1,77	2,04
3	1,21	1,37	1,72	1,74	1,36	1,30	1,98	1,28
4	1,18	1,29	1,70	1,65	0,73	1,57	1,51	0,85
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,077	0,098	0,127	0,131	0,078	0,112	0,129	0,120
Pokosy — Cuts								
I	1,10	1,45	1,94	2,08	1,08	1,45	1,52	1,74
II	0,98	1,24	1,54	1,45	1,06	1,65	1,96	1,52
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,043	0,056	0,074	0,075	0,045	0,065	0,072	0,069
Odmiany — Varieties								
D	0,96	1,34	1,65	1,65	1,37	1,53	1,64	1,58
E	1,10	1,33	1,83	1,88	0,76	1,57	1,85	1,66
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,043	0,056	0,074	0,075	0,045	0,065	0,072	0,069
Lata — Years								
1999	0,51	0,97	1,20	1,32	0,69	0,98	1,01	0,56
2000	2,00	1,85	2,40	1,98	1,49	2,16	2,21	2,03
2001	0,57	1,20	1,61	2,06	1,00	1,51	2,00	2,26
NIR _{0,05} — LSD _{0,05}	0,059	0,077	0,100	0,103	0,061	0,090	0,100	0,093
$\bar{x}$	1,03	1,33	1,74	1,77	1,06	1,55	1,74	1,63

Objaśnienia jak w tabeli 7: Explantations see Table 7

Poza liczbą pędów na 1 m² ważnym elementem struktury plonu, podlegającym samoregulacji jest masa pojedynczego pędu. Suchą masę pędów wyrastających z roślin o różnej średnicy szyjki korzeniowej przedstawiono w tabeli 8. Najmniejszą masę (1,03–1,06 g) miały pędy wyrastające z roślin frakcji „a”, zaś największą — pędy z roślin frakcji „d” (1,77 g — siew czysty) i z frakcji „c” (1,74 g — wsiewka). Na zróżnicowanie masy pędu lucerny w zależności od średnicy szyjki korzeniowej zwrócił uwagę Ćwintal (2000). Wzrost ilości wysiewu nasion powodował spadek masy pędu z roślin tej samej frakcji. Pędy odmiany Etos miały nieco większą suchą masę, niż odmiany Dajana w większości frakcji roślin.

WNIOSKI

1. Wzrost wysiewu nasion z 212 do 848 szt./1 m² zmniejszał połowę zdolność wschodów koniczyny, natomiast zwiększał nieproporcjonalnie obsadę roślin i udział „siewek”, a nie różnicował istotnie zagęszczenia pędów.
2. Koniczyna uprawiana jako wsiewka w jęczmień jary charakteryzowała się słabszymi wschodami, większym udziałem „siewek” w strukturze zagęszczenia roślin oraz mniejszą obsadą pędów na 1 m², w porównaniu z uprawianą w siewie czystym.
3. Odmiana Dajana (2n) wyróżniała się większą połową zdolnością wschodów oraz istotnie większym zagęszczeniem roślin i pędów, w porównaniu z Etos (4n).
4. Najliczniejszą frakcją w łanie koniczyny były rośliny o średnicy szyjki korzeniowej ≤ 0,2 cm. Procentowy udział tych roślin najsilniej różnicowały ilości i sposoby wysiewu nasion, warunki pogodowe oraz odmiany.
5. Wraz ze wzrostem średnicy szyjki korzeniowej z rośliny wyrastała większa liczba pędów. Nie stwierdzono w pełni takiej zależności w odniesieniu do masy pojedynczych pędów.

LITERATURA

- Borowiecki J., Małysiak B., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian koniczyny czerwonej w zależności od częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu. Pam. Puł. 108: 50 — 58.
- Broniarz J. 2002. Motylkowate drobnonasiennne. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, 1193: 5 — 11.
- Ćwintal M. 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3- i 4-kośnie. Wyd. AR w Lublinie. Rozprawy naukowe 233.
- Gaweł E. 1988. Wpływ ilości wysiewu nasion na produktywność nadziemnej masy roślin di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej. Mat. Konf. Obsada a produktywność roślin uprawnych. Cz. III. IUNG Puławy: 62 — 65.
- Jelinowska A., Bawolski S., Skrzyniarz H. 1992. Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych. Mat. Konf. Olsztyn: 76 — 94.
- Starzycki S. 1981. Koniczyny. PWR i L., Warszawa.
- Ścibior H., Bawolski S. 1994. Wpływ gęstości siewu na zwartość łanu oraz plonowanie di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej. Pam. Puł. 105: 79 — 91.
- Wilczek M. 1986. Wpływ terminu i gęstości wysiewu na plony nasion koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.). Biul. IHAR 159: 57 — 63.

- Wilczek M., Ćwintal M. 1993. Plonowanie lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) w zależności od terminu i ilości wysiewu. Cz. I. Obsada i masa jednostkowa pędów. Biul. IHAR 185: 63 — 70.
- Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P. 1999 a. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Część I. Ściernianka. Biul. IHAR 210: 101 — 108.
- Zajac T., Bieniek J., Gierdziewicz M., Witkowicz R. 1999. Wpływ roku uprawy i sposobu siewu na wymiary i zależności między cechami morfologicznymi młodocianych roślin koniczyny czerwonej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 347. Mat. Sesji Nauk. 62: 375 — 383.
- Zajac T., Bieniek J., Witkowicz R., Jagusiak W. 1997. Sezonowe i środowiskowe zmiany obsady roślin koniczyny czerwonej w końcu jesiennej wegetacji. Biul. IHAR 203: 200 — 207.
- Zajac T., Pisulewska E., Witkowicz R. 1995. Przeżywalność i plonowanie koniczyny czerwonej w zależności od doboru roślin ochronnych. Mat. Konf. Nauki rolnicze w warunkach integracji europejskiej. Tom II/IV. Produkcja roślinna. Olsztyn: 126 — 130.
- Zajac T., Witkowicz R. 1999. Produkcyjność jęczmienia jarego i jego wartość ochronna dla koniczyny czerwonej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Ujęcie syntetyczne. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 347. Mat. Sesji Nauk. 62: 385 — 396.

MAREK ĆWINTAŁ**DOROTA KOŚCIELECKA**Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu

Część II. Plonowanie oraz jakość

**The influence of the way of sowing and amount of seeds on the density structure,
yielding and quality of diploid and tetraploid red clover in the year of sowing
Part II. Yielding and quality**

Doświadczenie polowe z di- i tetraploidalną koniczyną czerwoną uprawianą na paszę, przeprowadzono w latach 1999–2001, metodą bloków kompletnie zrandomizowanych, w czterech powtórzeniach, na glebie kompleksu pszenno dobrego (klasa IIIa). Badano plonowanie oraz skład chemiczny koniczyny w roku siewu, w zależności od sposobu siewu: siew czysty (bez rośliny ochronnej) i wsiewka w jęczmień jary; różnych ilości wysiewu nasion (212, 424, 636, 848 szt.·1 m⁻²) oraz odmiany (Dajana — 2n i Etos — 4n). Stwierdzono istotnie wyższe plony zielonej i suchej masy koniczyny z siewu czystego w porównaniu z wsiewką w jęczmień jary. Plon odm. Dajana był istotnie wyższy niż plon odm. Etos. Największy udział w kształtowaniu plonu suchej masy odmiany Dajana, miały w roku siewu frakcje roślin „c” i „d” (ok. 75%), a odmiany Etos — „b” i „c” (ok. 70%). Plon suchej masy koniczyny charakteryzował się wysokim udziałem liści (56,0%–62,8%). Istotnie więcej białka ogółem i właściwego oraz P, K i Mg, a mniej włókna surowego i Ca oraz suchej masy zawierała odmiana Etos niż Dajana z siewu czystego. Nie stwierdzono wpływu zagęszczenia roślin na jakość plonu.

Słowa kluczowe: jakość, koniczyna czerwona, plon, rok siewu

The field experiment on diploid and tetraploid red clover cultivated for fodder was carried out in 1999–2001. Completely randomized blocks in four replications on good wheat complex soil (class III a) were applied. Yielding and chemical composition of clover in the year of sowing was determined depending on the sowing method: pure sowing (with no protection plant) and sowing into the spring barley; the amount of sown seeds (212, 424, 636, 848 seeds·1 m⁻²); and the variety (Dajana — 2n and Etos — 4n). Significantly higher yields of green and dry matter of red clover from the pure sowing as compared to those from the sowing into the spring barley were recorded. The yield of cv. Dajana was

significantly higher than that of cv. Etos. Plant fractions "c" and "d" (about 75% in cv. Dajana) and "b" and "c" (about 70% in cv. Etos) had the largest impact on shaping the dry matter yields in the year of sowing. The yield of dry matter was characterized by high percentage of leaves (56.0%–62.8%). The plants of cv. Etos from pure sowing compared to those of cv. Dajana contained significantly more total and specific proteins as well as P, K and Mg. Moreover, they contained smaller proportions of crude fiber, Ca and dry matter. No significant effect of plant density upon the yield quality was found.

Key words: quality, red clover, year of sowing, yield

WSTĘP

Koniczyna czerwona wysoko plonuje dopiero w drugim roku uprawy, natomiast w roku siewu jej plon jest niski i zależy od sposobu uprawy (Borowiecki i in., 1996; Starzycki, 1981; Wilczek i in., 1999 a i b). Z siewu wiosennego, bez rośliny ochronnej daje dwa odrosty, zaś uprawiana jako wsiewka w roślinę ochronną — tylko ścierniankę (Ćwintal, Wilczek, 2003; Gawęł, 1988; Starzycki, 1981; Wilczek i in., 1999 a). W praktyce rolniczej dominuje wysiew nasion koniczyny w roślinę ochronną, którą jest najczęściej jęczmień jary zbierany na ziarno lub owies na zielonkę (Wilczek i in., 1999 a; Zajac i in., 1995; Zajac, Witkiewicz, 1999). Taka uprawa zwiększa opłacalność w roku siewu i ogranicza zachwaszczenie plantacji (Starzycki, 1981; Wilczek i in., 1999 a). Sposób i ilość wysiewu nasion modyfikuje strukturę zagęszczenia roślin i pędów koniczyny czerwonej oraz wydajność i jakość plonu. Zagadnienie to w odniesieniu do roku siewu przedstawiane jest w literaturze przedmiotu rzadko i najczęściej ogólnie, bez uwzględniania konkretnych warunków uprawy i odmian. Omawiany gatunek reprezentowany jest przez odmiany di- i tetraploidalne, różniące się cechami morfologicznymi, właściwościami użytkowymi i jakością (Broniarz, 1997; Domański, 2004).

Wychodząc z tych przesłanek podjęto badanie, których celem było określenie wpływu różnych sposobów i ilości wysiewu nasion na plonowanie oraz skład chemiczny di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe, którego metodykę opisano w I części pracy było podstawą do oceny plonowania koniczyny czerwonej w roku siewu. Określono plony zielonej i suchej masy z I i II odrostu koniczyny wysianej bez rośliny ochronnej oraz uprawianej jako wsiewka w jęczmień jary. Ponadto w plonie suchej masy określono procentowy udział poszczególnych frakcji roślin zróżnicowanych pod względem średnicy szyjki korzeniowej. Z łanu każdej kombinacji pobrano próbki koniczyny o masie 1 kg, w których określono procentowy udział liści. Po wysuszeniu i zmieleniu próbek w całych roślinach oznaczono zawartość suchej masy (met. suszarkową), białka ogółem (met. Kiejdahla), białka właściwego (met. Motehsa i Engela)), włókna surowego (met. wagową), P (met. spektrofotometrii przepływowej, K (met. emisyjnej spektrometrii płomieniowej) Ca i Mg (met. AAS). Wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i $NIR_{0,05}$ według Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plony zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej w roku siewu różniły się istotnie w zależności od ilości wysiewu nasion, odmiany, sposobu siewu i lat oraz współdziałania tych czynników (tab. 1 i 2). Koniczyna z siewu czystego dała o 86,4% wyższy plon zielonej masy i o 64,6% — suchej masy w porównaniu z uprawianą jako wsiewka w jęczmień jary. Należy dodać, że w kombinacji z wsiewką zebrano dodatkowo 0,32 kg ziarna i 0,48 kg·m⁻² słomy jęczmienia. Plony te były zbliżone do uzyskanych przez innych autorów (Wilczek i in., 1999 a).

Tabela 1

Plon zielonej masy koniczyny czerwonej (kg·m⁻²)
Green matter yields of red clover (kg·m⁻²)

Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing	Wsiewka Undersown clover	$\bar{x}$
Ilości wysiewu Rate of sowing	1	3,73	1,82	2,78
	2	3,70	2,09	2,89
	3	3,90	2,06	2,98
	4	4,02	2,28	3,16
Odmiany Varieties	D	3,85	2,28	3,07
	E	3,82	1,85	2,83
Lata Years	1999	3,28	2,74	3,01
	2000	4,27	1,65	2,96
	2001	3,97	1,79	2,88
	$\bar{x}$	3,84	2,06	—

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} pomiędzy; between: ilościami wysiewu — rates of sowing = 0,3; odmianami — varieties = 0,2; sposobami siewu — sowing way = 0,2; we współdziałaniu — in interaction: lata × sposoby siewu — years × sowing way = 0,5; sposoby siewu × ilości wysiewu — sowing way × rates of sowing = 0,6; sposoby siewu × odmiany — sowing way × varieties = 0,3

Tabela 2

Plon suchej masy koniczyny czerwonej (kg·m⁻²)
Dry matter yields of red clover (kg·m⁻²)

Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing	Wsiewka Undersown clover	$\bar{x}$
Ilości wysiewu Rate of sowing	1	0,65	0,34	0,49
	2	0,62	0,44	0,53
	3	0,67	0,43	0,55
	4	0,66	0,47	0,57
Odmiany Varieties	D	0,68	0,52	0,60
	E	0,63	0,32	0,47
Lata Years	1999	0,56	0,60	0,58
	2000	0,72	0,32	0,52
	2001	0,67	0,34	0,50
	$\bar{x}$	0,65	0,42	—

NIR_{0,05} — LSD_{0,05} pomiędzy — between: latami — years = 0,05; ilościami wysiewu — rates of sowing = 0,06; odmianami — varieties = 0,03; sposobami siewu — sowing way = 0,03; we współdziałaniu — in interaction: lata × sposoby siewu — years × sowing way = 0,09; sposoby siewu × ilości wysiewu — sowing way × rates of sowing = 0,11; sposoby siewu × odmiany — sowing way × varieties = 0,06

Wydajność zielonej i suchej masy koniczyny w roku siewu rosła pod wpływem zwiększania ilości wysianych nasion, ale istotne różnice wystąpiły tylko pomiędzy skrajnymi gęstościami. Nie stwierdzono takiego zróżnicowania przy wysiewie nasion od 424 do 848 szt. $\cdot$ m⁻², co należy wyjaśnić samoregulacją zagęszczenia ładu (Ćwintal, 2000; Jelinowska i in., 1992; Wilczek i in., 1999 a i b). Średnio, istotnie wyżej plonowała odmiana Dajana, niż Etos. Należy podkreślić, że w warunkach czystego siewu obie odmiany plonowały na zbliżonym poziomie, natomiast w kombinacji z wsiewką w jęczmieniu jary istotnie wydajniejsza była Dajana. Największe plony zielonej i suchej masy koniczyny zebrano w 1999 r., zaś najmniejsze w 2001 z tym, że statystyczne różnice zostały potwierdzone tylko dla suchej masy. Stwierdzono istotne zróżnicowanie plonu zielonej i suchej masy pomiędzy latami w zależności od sposobu siewu, co wykazała interakcja sposoby siewu $\times$ lata. Z siewu czystego największą wydajność uzyskano w 2000 roku, charakteryzującym się najkorzystniejszymi warunkami pogodowymi (tab. 1. Cz. I), a najmniejszą w 1999 (wilgotnym i chłodnym). Z kolei w kombinacji z wsiewką zanotowano odwrotną zależność, co świadczy o modyfikującym wpływie rośliny ochronnej na wzrost i rozwój koniczyny. W świetle piśmiennictwa (Ćwintal, Wilczek, 2003; Gawel, 1988; Wilczek, Ćwintal, 2003; Wilczek i in., 1999 a) plonowanie koniczyny czerwonej w latach siewu należy uznać za przeciętne. Średni procentowy udział pokosów w rocznym plonie suchej masy koniczyny z siewu czystego ukształtował się na zbliżonym poziomie (tab. 3).

Tabela 3

Procentowy udział pokosów w rocznym plonie suchej masy
Percentage content of cuts in the annual yield of dry matter

Wyszczególnienie Specification		Siew czysty Pure sowing		Wsiewka Undersown clover	
		pokos — cut		pokos — cut	
		I	II	I*	II**
Odmiany Varieties	D	52,1	47,9	18,8	81,2
	E	52,4	47,6	24,5	75,5
Lata Years	1999	60,7	39,3	41,5	58,5
	2000	46,4	53,6	12,9	87,1
	2001	49,6	50,4	10,4	89,6
	$\bar{x}$	52,2	47,7	21,6	78,4

* Koniczyna rosnąca w jęczmieniu; Clover growing in barley

**Ściernianka; Stubble crop

Większe zróżnicowanie tej cechy wystąpiło jedynie pomiędzy latami i spowodowane było zmiennymi warunkami pogodowymi. W przypadku wsiewki pierwszy odrost należy rozumieć jako koniczynę rosnącą współrzędnie z jęczmieniem. Jej plon w takich warunkach jest niski i praktycznie pomijany w ocenie. Jedynie w przypadku paszowego wykorzystania słomy jęczmiennej dla przeżuwaczy może być brany pod uwagę. Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że średnio w roku stanowił on 21,6%, natomiast pozostałe 78,4% rocznej wydajności suchej masy wsiewki — to ściernianka. Większą masę podczas łącznej wegetacji koniczyny z jęczmieniem wytwarzała odmiana Etos, natomiast w przypadku ściernianki wydajniejsza była Dajana.

Koniczyna w roku siewu charakteryzowała się wysokim udziałem liści w plonie suchej masy (tab. 4). Z siewu czystego w pierwszym odroście ich udział wynosił średnio 61,1%, a w drugim 56,0% i był inny, niż u koniczyny w drugim roku uprawy, kiedy to występuje mniejszy udział liści w pierwszym pokosie a większy w drugim (Wilczek i in., 1999 b). Obserwowano także niewielki wzrost partycypacji liści w plonie pod wpływem zwiększonych ilości wysiewu nasion, co należy łączyć w tych kombinacjach z większym udziałem „siewek” (roślin bez pędów) oraz większym udziałem frakcji roślin o mniejszej średnicy szyjki korzeniowej wykształcających mniej pędów z rośliny. W przypadku ściernianki udział liści wynosił średnio 62,8%. Odmiana Dajana przewyższała o kilka procent odmianę Etos udziałem liści w plonie suchej masy, w obu kombinacjach siewu. Wynik ten jest zgodny ze stwierdzeniem podanym w odniesieniu do lucerny (Ćwintal, 2000), że pędy o wyższej masie jednostkowej charakteryzują się gorszym stosunkiem masy liści do łodyg. W przypadku koniczyny to właśnie odmiana Etos charakteryzowała się pędami o nieco większej masie, niż Dajana.

Tabela 4

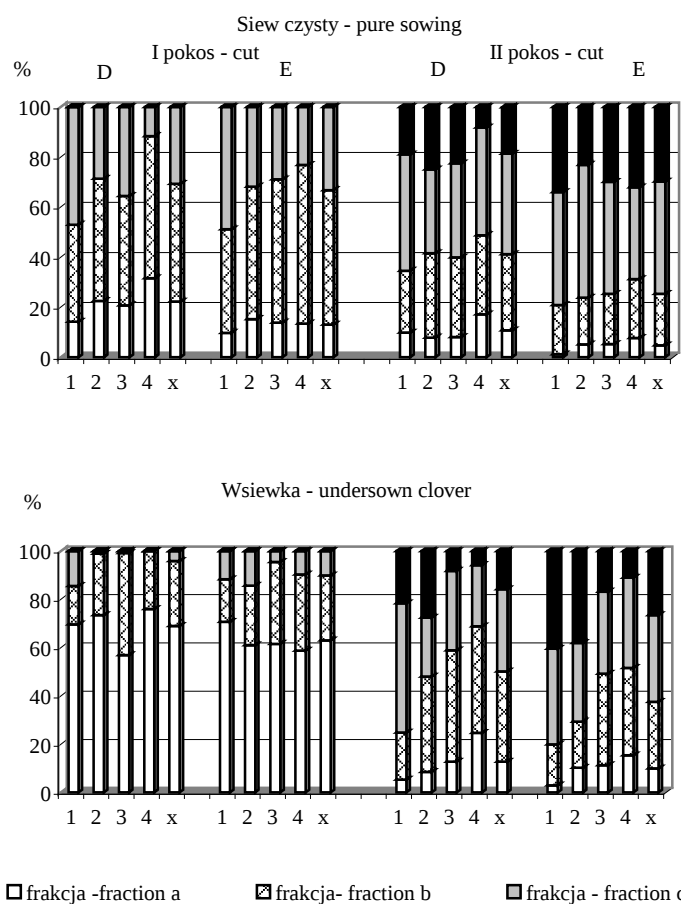
Procentowy udział liści w plonie suchej masy koniczyny
Percentage content of leaves in the yield of red clover

Wyszczególnienie Specification		Siew czysty — Pure sowing		Wsiewka — Undersown clover Ściernianka — Stubble crop
		pokos — cut		
		I	II	
	1	59,8	55,8	62,3
Ilości wysiewu	2	58,2	55,7	61,8
Rate of sowing	3	62,6	56,2	63,2
	4	63,7	56,3	63,8
Odmiany	D	62,9	57,5	65,1
Varieties	E	59,3	54,6	60,5
Lata	1999	79,5	55,6	62,2
Years	2000	54,9	66,7	65,9
	2001	48,9	45,8	60,2
$\overline{x}$		61,1	56,0	62,8

Plon suchej masy koniczyny z siewu czystego kształtowały w pierwszym pokosie trzy frakcje roślin (rys. 1). Ich wydajność uzależniona była od ilości wysiewu nasion, sposobu siewu i odmiany. W przypadku Dajany, wzrost ilości wysiewu nasion zwiększał udział roślin frakcji „a”, natomiast zmniejszał frakcji „c” w plonie suchej masy. Z kolei u odmiany Etos odpowiednie zależności dotyczyły frakcji „b” i „c”. Przeciętnie największy plon suchej masy wydały rośliny frakcji „b” (47% — Dajana i 53,7% — Etos). Należy podkreślić, że w plonie suchej masy odmiany Etos miały większy udział rośliny o grubszej szyjce korzeniowej (frakcja „c” i „d”), które zapewniały około 75% plonu, natomiast u odmiany Dajana dominowały frakcje „b” i „c”, zapewniając około 70% plonu.

W koniczynie uprawianej jako wsiewka, podczas zbioru jęczmienia 69% plonu Dajany i 63% odmiany Etos pochodziło z roślin frakcji „a” oraz po około 27% z frakcji „b”. Z kolei w drugim odroście (ścierniance) wydajność plonu z poszczególnych frakcji roślin była zbliżona do koniczyny z siewu czystego, co wskazuje na wyrównanie się potencjału plonotwórczego, niezależnie od sposobu siewu. W dostępnej literaturze brak jest danych

o tym, które frakcje roślin najsilniej decydują o plonie w różnych warunkach agrotechnicznych.



1, 2, 3, 4 = Ilość wysiewu nasion — Seed rate of sowing; x = średnia — mean; D = Dajana; E = Etos

Rys. 1. Procentowy udział plonu suchej masy z frakcji roślin o różnej średnicy szyjki korzeniowej (1999–2001)

Fig. 1. Percentage content of dry matter in the plant fraction with various diameter of collar — root (1999–2001)

O wartości paszy z koniczyny czerwonej decyduje udział suchej masy w zielonce, a w niej zawartość białka ogółem i właściwego, włókna, oraz składników mineralnych. Analiza chemiczna próbek koniczyny nie wykazała istotnego zróżnicowania badanych składników w zależności od ilości wysiewu nasion, dlatego też przedstawione wyniki są średnimi z tych kombinacji. W koniczynie uprawianej z siewu czystego więcej suchej masy stwierdzono w roślinach z drugiego pokosu niż z pierwszego i w odmianie Dajana w porównaniu z Etos (tab. 5). Zawartość białka ogółem i właściwego oraz włókna zależała od lat, pokosów i odmian. Udział białka ogółem i właściwego był istotnie wyższy

w roślinach z drugiego odrostu, natomiast z porównywanych odmian zasobniejsza w ten składnik była tetraploidalna odmiana Etos. Uzyskane wyniki potwierdzają charakterystykę jakościową porównywanych odmian podaną przez Broniarza (1997). Istotny wpływ lat zaznaczył się w zawartości białka właściwego i włókna. Najwięcej tego białka gromadziła koniczyna w 1999 roku, kiedy to w plonie stwierdzono największy udział liści. Z kolei włókna najwięcej było w roku 2001, przy najmniejszym udziale liści w plonie. Ponadto stwierdzono istotnie wyższą koncentrację włókna w roślinach z pierwszego pokosu i u odmiany Dajana.

Tabela 5

Zawartość suchej masy i składników organicznych w koniczynie (siew czysty)
Content of dry matter and organic elements in red clover (pure sowing)

Wyszczególnienie Specification		Sucha masa (%) Dry matter (%)	W % suchej masy — In % dry matter		
			białko ogółem crude protein	białko właściwe true protein	włókno fibre
Lata Years	1999	17,2	19,0	15,5	23,4
	2000	17,1	18,5	14,4	23,0
	2001	17,0	18,4	14,6	25,0
Pokosy Cut	I	15,9	17,9	14,0	25,2
	II	18,3	19,3	15,7	22,4
Odmiany Cultivars	D	17,9	18,1	14,3	24,6
	E	16,4	19,1	15,4	23,0
$\bar{x}$		17,1	18,6	14,8	23,8
NIR — LSD _{0,05} pomiędzy; between					
latami — years		r.n	r.n	0,81	1,33
pokosami — cuts		0,96	0,98	0,58	1,06
odmianami — cultivars		0,96	0,98	0,58	1,06

Tabela 6

Zawartość suchej masy i składników organicznych w koniczynie (ściernianka)
Content of dry matter and organic elements in red clover (stubble crop)

Wyszczególnienie Specification		Sucha masa (%) Dry matter (%)	W % suchej masy — In % dry matter		
			białko ogółem crude protein	białko właściwe true protein	włókno fibre
Lata Years	1999	17,8	20,3	17,9	19,6
	2000	20,1	17,7	15,0	22,3
	2001	19,7	19,5	14,7	23,9
Odmiany Cultivars	D	20,1	19,2	16,4	21,0
	E	18,3	19,1	15,3	22,8
$\bar{x}$		19,2	19,1	15,8	21,9
NIR — LSD _{0,05} pomiędzy; between:					
latami — years		1,37	1,28	1,15	1,53
odmianami — cultivars		0,93	r.n	0,76	1,12

W ścierniance koniczyny zawartość suchej masy istotnie różnicowały warunki pogodowe w poszczególnych latach oraz odmiany. Najmniej suchej masy zanotowano w 1999 roku, oraz w odmianie Etos. Koncentracja białka ogółem i właściwego istotnie zmieniała się w zależności od warunków pogodowych w poszczególnych latach. Porównywane odmiany nie różniły się udziałem białka ogółem, natomiast białka

właściwego istotnie więcej zawierała Dajana. Z kolei udział włókna w masie ściernianki był niski i związany z partycypacją liści w plonie (tab. 4 i 6).

Zawartość P, K, Ca i Mg w suchej masie koniczyny z siewu czystego oraz w ścierniance istotnie różnicowały lata, pokosy i odmiany (tab. 7 i 8). Wpływ pogody w poszczególnych latach zaznaczył się zmienną koncentracją każdego z badanych makroelementów. Z oznaczonych pierwiastków najwięcej w koniczynie było potasu. Należy podkreślić, że jego udział w suchej masie roślin nie przekroczył wartości 3,0%, uważanej za graniczną dla dobrej paszy (Falkowski i in., 1990). Z porównywanych odmian większą zawartością fosforu, potasu i magnezu, a mniejszą wapnia odznaczała się tetraploidalna Etos. Z punktu widzenia paszowego koniczyna czerwona w roku siewu charakteryzowała się korzystnym składem chemicznym, stanowiąc dla przeżuwaczy bogate źródło składników organicznych i mineralnych (Falkowski i in., 1990; Graham, 1991).

Tabela 7

Zawartość makroelementów w koniczynie (% s.m. — siew czysty)
Content of macroelements in red clover (% d.m. — pure sowing)

Wyszczególnienie Specification		P	K	Ca	Mg
Lata Years	1999	0,30	1,77	1,23	0,31
	2000	0,28	2,33	0,99	0,41
	2001	0,31	2,29	1,22	0,33
Pokosy Cut	I	0,29	2,25	1,08	0,36
	II	0,30	2,01	1,22	0,34
Odmiany Cultivars	D	0,28	1,94	1,22	0,34
	E	0,31	2,33	1,08	0,36
$\bar{x}$		0,29	2,13	1,15	0,35
NIR — LSD _{0,05} pomiędzy; between:					
latami — years		0,017	0,120	0,070	0,019
pokosami — cuts		r.n	0,087	0,048	0,014
odmianami — cultivars		0,012	0,087	0,048	0,014

Tabela 8

Zawartość makroelementów w koniczynie (% s.m. — ściernianka)
Content of macroelements in red clover (% d.m. — stubble crop)

Wyszczególnienie Specification		P	K	Ca	Mg
Lata Years	1999	0,30	1,80	1,47	0,29
	2000	0,24	2,06	0,70	0,34
	2001	0,27	1,61	0,97	0,37
Odmiany Cultivars	D	0,25	1,82	1,10	0,31
	E	0,29	1,83	0,99	0,34
$\bar{x}$		0,27	1,82	1,04	0,33
NIR — LSD _{0,05} pomiędzy; between:					
latami — years		0,021	0,129	0,081	0,024
odmianami — cultivars		0,014	r.n	0,060	0,018

WNIOSKI

1. Plony zielonej i suchej masy koniczyny czerwonej w roku siewu były istotnie uzależnione od sposobu i ilości wysiewu nasion, odmiany oraz pogody w poszczególnych latach. Większy plon zielonej i suchej masy wydała koniczyna z siewu czystego, odpowiednio o 86,4 i 64,6% w porównaniu z wsiewaną w jęczmień jary. Poza tym wyżej plonowała odmiana Dajana w porównaniu z Etos.
2. Wysiew nasion od 212 do 848 szt. $\cdot$ 1m⁻² różnicował istotnie plony zielonej i suchej masy tylko pomiędzy skrajnymi gęstościami. Lepsze efekty uzyskano z największej ilości wysiewu.
3. Koniczyna czerwona w roku siewu charakteryzowała się wysokim udziałem liści w plonie suchej masy, który wynosił 56,0%–61,1% (siew czysty) i 62,8% (ściernianka).
4. Plon suchej masy koniczyny odmiany Dajana kształtowały w ok. 75% rośliny z frakcji „c” i „d”, natomiast odmiany Etos w ok. 70% z frakcji „b” i „c”.
5. Odmiana Etos (4n) zawierała istotnie więcej białka ogółem i właściwego oraz P, K i Mg, a mniej suchej masy, włókna i Ca w porównaniu z Dajaną (2n), głównie z siewu czystego.

LITERATURA

- Borowiecki J., Małysiak B., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian koniczyny czerwonej w zależności od częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu. Pam. Puł. 108: 50 — 58.
- Broniarz J. 1997. Synteza wyników doświadczeń odmianowych z roślinami motylkowatymi drobnonasiennymi. COBORU. Słupia Wielka. 1114: 5 — 18.
- Ćwintal M. 2000. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na samoregulację zagęszczenia, strukturę oraz jakość plonu lucerny mieszańcowej użytkowanej 3- i 4-kośnie. Wyd. AR w Lublinie. Rozprawy naukowe 233.
- Ćwintal M., Wilczek M. 2003. Plon nasion diploidalnej koniczyny czerwonej (łąkowej) z pierwszego i drugiego pokosu w zależności od dokarmiania mikroelementami. Acta Agrophysica 85: 177 — 186.
- Domański P. J. 2004. Charakterystyka rolniczo-użytkowa odmian najważniejszych gatunków traw i motylkowatych. COBORU. Słupia Wielka: 45 — 53.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. AR Poznań.
- Gaweł E. 1988. Wpływ ilości wysiewu nasion na produktywność nadziemnej masy roślin di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej. Mat. Konf. Obsada a produktywność roślin uprawnych. Cz. III. IUNG Puławy: 62 — 65.
- Graham T. W. 1991. Trace element deficiencies in cattle. Food. Anim. Pract. 7, 1: 153 — 215.
- Jelinowska A., Bawolski S., Skrzyniarz H. 1992. Produkcyjne skutki zmniejszania nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych. Mat. Konf. Olsztyn: 76 — 94.
- Starzycki S. 1981. Koniczyny. PWR i L, Warszawa.
- Ścibior H., Bawolski S. 1994. Wpływ gęstości siewu na zwartość ładu oraz plonowanie di- i tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej. Pam. Puł. 105: 79 — 91.
- Wilczek M., Ćwintal M. 2003. Wpływ dokarmiania mikroelementami na plony trzech odmian tetraploidalnej koniczyny czerwonej (łąkowej). Acta Agrophysica. 85: 187 — 195.
- Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P. 1999 a. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Część I. Ściernianka. Biul. IHAR 210: 101 — 108.

- Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P. 1999 b. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Część II. Plonowanie. Biul. IHAR 210: 109 — 118.
- Zajac T., Pisulewska E., Witkowicz R. 1995. Przeżywalność i plonowanie koniczyny czerwonej w zależności od doboru roślin ochronnych. Mat. Konf. Nauki rolnicze w warunkach integracji europejskiej. T.II/IV. Produkcja roślinna. Olsztyn: 126 — 130.
- Zajac T., Witkowicz R. 1999. Produkcyjność jęczmienia jarego i jego wartość ochronna dla koniczyny czerwonej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. Ujęcie syntetyczne. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 347. Mat. Sesji Nauk. 62: 385 — 396.

DANUTA MARTYNIAKSamodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych
Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wpływ ilości wysianych nasion na obsadę roślin i plonowanie odmian gazonowych kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) w uprawie na nasiona

Influence of sowing rate on Fidel stand and yielding of turfgrass cultivars of red fescue (*Festuca rubra* L.) grown for seed

Na podstawie wyników doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2002–2004 z czterema odmianami kostrzewy czerwonej, dokonano analizy wpływu ilości wysiewu na obsadę roślin w polu, ich krzewienie i instalację oraz plon nasion. W uprawie na nasiona optymalnym okazał się teoretyczny wysiew (W_2) 500 roślin /1 m², a dla form rozłogowych nawet (W_3) 250 roślin. Natomiast stosowany dotychczas w praktyce wysiew (W_1) dający obsadę od 770 do 1145 roślin/1 m² zależnie od MTN odmian był nadmierny. Faktyczną obsadę roślin w polu mierzono polowym wskaźnikiem wschodów (PWW), który wynosił średnio od 30 do 45% zależnie od gęstości siewu w stosunku do obsady teoretycznej ustalonej na podstawie laboratoryjnej zdolności kiełkowania i MTN odmian. Ogólnie o plonie nasion zadecydowała obsada roślin w polu już w roku siewu, określona wskaźnikiem instalacji roślin (WIR). Wyższe plony nasion pomimo niższej obsady roślin i rzadszego wysiewu były efektem lepszego krzewienia się roślin (do 30 pędów), a częściowo większej MTN oraz długości i masy wiechy. Wskutek zmniejszenia ilości wysiewu wzrósł znacznie współczynnik rozmnażania (WR) — 2-krotnie przy wysiewie optymalnym i 4-krotnie przy minimalnym.

Słowa kluczowe: *Festuca rubra*, ilość wysiewu, krzewienie, MTN, obsada roślin, pędy generatywne, plon nasion, wiecha

Four cultivars representing two subspecies of red fescue were sown in a field experiment conducted in 2002–2004 in Radzików. Influence of sowing rate on real field stand, plant tillering and installation, as well as on seed yield was investigated. Theoretical sowing rate of 500 plants per 1 m² (W_2) in seed production, and even of 250 plants per 1 m² (W_3) in the case of stoloniferous forms, were found to be optimal. The sowing rate used so far, ranging from 770 to 1145 plants per 1 m² (W_1) depending on varietal differences in thousand seeds weight (TSW), appeared to be excessive. The real field stand was measured as field emergence index (PWW). Depending on sowing density, this index varied from 30% to 45% of the theoretical field stand established on the basis of germination capacity and varietal TSW. In general, seed yielding was affected most considerably by field stand in the year of sowing, determined by plant installation index (WIR). The higher seed yields in spite of the lower sowing rate

and lower plant density were the effects of more intensive tillering (up to 30 shoots per plant) as well as of the increased TSW, ear length and ear weight.

Key words: *Festuca rubra*, field stand, generative shoots number, panicle, seed yield, sowing rate, tillering, thousand seeds weight

WSTĘP

Produkcja nasienna kostrzewy czerwonej staje się perspektywnym kierunkiem dla poszczególnych gospodarstw nasiennych i w skali kraju, bowiem istnieje duże zapotrzebowanie na nasiona tego gatunku. Jego reprodukcja nasienna już obecnie jest największa spośród traw. Natomiast poziom plonowania jest ciągle niezadawalający, prawie 2-krotnie niższy (ok. 6,8 dt z ha) w stosunku do czołowych krajów zachodnich, a także do średniej dla Unii Europejskiej (9,6 dt z ha). Stąd poznanie czynników plonotwórczych jest celowe i pilne. Wzrost plonu wiąże się przede wszystkim z poziomem technologii uprawy. Istotnym elementem tej technologii dla większości roślin uprawnych jest obsada roślin, ściśle związana z ilością wysiewu, uwzględniająca masę tysiąca nasion. Jak wykazały wstępne badania nad *Lolium perenne* L. obsada roślin może być także jednym z czynników decydującym o plonie nasion traw, a stosowane w praktyce ilości wysiewu są przeważnie za duże ((Martyniak i Martyniak, 2002, Hampton i Fairey, 1997). Według Meijera (1984) badania dotyczące ilości wysiewanych nasion przy zakładaniu plantacji kostrzewy czerwonej dowodzą, że zwiększone normy wysiewu powodują spadek plonu nasion. W Kanadzie zalecenia zmierzają już w kierunku obniżania norm wysiewu nasion traw (Smith, 1996; Brown, Lilli, 1990; Hare, 1990).

Dotychczas w badaniach koncentrowano się głównie na współzależności plonu z liczbą pędów generatywnych (Falkowski i in., 1996; Kitczak i Czyż, 2001). Jest to uzasadnione, lecz pod względem poznawczym stanowi wtórny czynnik plonotwórczy, bowiem pierwotną jest obsada i krzewienie roślin w polu, które decydują o liczbie pędów generatywnych.

Celem pracy była próba rozpoznania granicznej i optymalnej obsady roślin oraz ilości wysiewu nasion opartej na MTN w uprawie *Festuca rubra* L. na nasiona.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły cztery odmiany gazonowe kostrzewy czerwonej (dwie krajowe: Nimba, Areta i dwie zagraniczne: Barcrown, Salsa) o różnej masie tysiąca nasion (tab. 1). Prace eksperymentalne oparto na doświadczeniu polowym w Radzikowie, założonym w 2002 roku i prowadzonym przez trzy lata według metodyki badań COBORU i własnej IHAR (Domański i in., 1979; Prończuk, 1993). Nasiona wysiewano ręcznie, w rozstawie 20 cm, na poletkach 2 m², rozmieszczonych w układzie losowanych podbloków, w 3 powtórzeniach. Zastosowano trzy normy wysiewu odpowiadające, następującej teoretycznej obsadzie roślin na 1 m² (TLR) przy: W₁ — zbliżonej do stosowanej w praktyce od 771 do 1145, zależnie od MTN odmiany, W₂ — przyjętej jako optymalna 500 roślin i W₃ minimalna 250 roślin (tab. 1). Przy wysiewie w polu ilość nasion została skorygowana o laboratoryjną zdolność kiełkowania.

W 20 dni po wysiewie, dokonano w polu precyzyjnego liczenia faktycznej obsady roślin (FLR), a następnie po rozkrzewieniu roślin, liczby pędów wegetatywnych jesienią (LPWJ) oraz liczbę kwiatostanów następnego roku podczas zbioru nasion, na trzech losowo wybranych 0,5 m odcinkach każdego poletka. W latach zbioru z ważniejszych cech określano: plon nasion (cecha główna) w dt na ha, liczbę pędów generatywnych (LPG) w przeliczeniu na 1 m² powierzchni, wysokość roślin oraz cechy pędów kwiatostanu (długość wiechy, masa 10 wiech oraz masa tysiąca nasion — MTN). Ponadto wyliczono „połowy wskaźnik wschodów” (PWW) wynikający z procentowej różnicy wschodów na kielkowniku i w polu oraz współczynnik rozmnażania (WR), ze stosunku masy nasion zebranych (plon) do wysianych. Ocenę instalacji roślin w siedlisku w roku siewu oparto na ich obsadzie i rozkrzewieniu jesienią. Rozkrzewienie analizowano na podstawie liczby pędów wegetatywnych przypadających na roślinę. Szczegółowe elementy metodyki, a zwłaszcza konstrukcji wskaźnika instalacji roślin (WIR), znaleźć można we wcześniejszej publikacji (Martyniak, Żyłka, 2001).

Zależność cechy głównej — plonu nasion od poszczególnych cech pędów kwiatostanu testowano, oprócz porównań bezpośrednich cech wartości liczbowych, współczynnikiem korelacji liniowej.

Tabela 1

Ilości wysiewu zależnie od masy tysiąca nasion (MTN) i przyjętej obsady roślin odmian gazonowych kostrzewy czerwonej
Sowing rates dependent on thousand seeds weight (TSW) and accepted field stand of turfgrasses cultivars of red fescue

Odmiana; Cultivar Podgatunek; Sub-species	MTN TSW (g)	Liczba nasion w 1 g Number of seeds in 1 g	Obsada roślin na 1 m ² Plants density per 1 m ²			Norma wysiewu Seeds rate kg/ha		
			W ₁	W ₂	W ₃	W ₁	W ₂	W ₃
Nimba [0]	1,042	960	960	500	250	10	5,2	2,6
Barcrown [0]	0,873	1145	1145	500	250	10	4,4	2,2
Areta [1]	1,297	771	771	500	250	10	6,5	3,3
Salsa [1]	0,994	1006	1006	500	250	10	5,0	2,5

[0] Kępowa; Chewings

[1] Rozłogowa; Strong creeping

WYNIKI I DYSKUSJA

Instalacja i obsada roślin

Okres wzrostu i wczesnego rozwoju roślin traw w roku siewu można określić jako „instalację roślin” w siedlisku (Martyniak, Żyłka, 2001). Składają się na nią ściśle związane z obsadą roślin wschody oraz ich krzewienie, a w konsekwencji liczba pędów wegetatywnych przypadających na roślinę. Cechy te współdecydują o ilości pędów na jednostce powierzchni, która ma największy wpływ na poziom plonu nasion w roku następnym (Falkowski i in., 1996; Soliński, 2000).

Stwierdzono istotne różnice w kielkowaniu roślin w warunkach polowych w stosunku do wyników uzyskanych w warunkach laboratoryjnych na kielkowniku (tab. 2). Faktyczna obsada roślin (FLR) w polu określona w wartościach względnych wskaźnikiem polowym

wschodów (PWW) była bardzo zróżnicowana zależnie od ilości wysiewu i odmiany wahała się od 24,3% do 66,4% (tab. 2).

Tabela 2

Wschody, obsada i krzewienie roślin czterech odmian kostrzewy czerwonej przy zróżnicowanych ilościach wysiewu w roku siewu

Emergence, plants density and plant tillering of red fescue cultivars in seed production at different sowing rates

Wysiew Seeding	Odmiana Cultivar	TLR szt./m ² pcs/m ²	FLR szt./m ² pcs/m ²	PWW %	LPR szt.; pcs	LPWJ szt./m ² pcs/m ²	WIR
W ₁	Nimba	960	233	24,3	25,6	5960	62,2
	Barcrown	1145	340	30,0	17,3	5890	51,9
	Areta	771	209	27,1	25,1	5250	68,0
	Salsa	1006	398	40,0	21,0	8370	84,0
	średnio — mean	-	295	30,3	22,2	6367	67,3
W ₂	Nimba	500	164	32,8	26,6	4370	87,2
	Barcrown	500	208	41,6	22,6	4720	94,0
	Areta	500	161	32,2	26,2	4220	84,6
	Salsa	500	241	48,2	27,1	6540	130,6
	średnio — mean	-	193	38,7	25,6	4962	99,0
W ₃	Nimba	250	80	32,0	24,1	1930	77,1
	Barcrown	250	124	50,0	20,9	2600	104,5
	Areta	250	82	32,8	32,3	2650	90,4
	Salsa	250	166	66,4	19,1	3170	126,8
	średnio — mean	-	113	45,3	24,1	2587	109,1

TLR — Teoretyczna liczba roślin; Theoretical plants quantity (number per 1 m²)

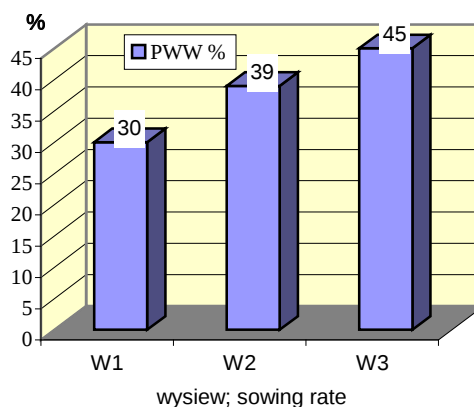
FLR — Faktyczna liczba roślin (obsada); Real plants density

PWW — Polowy wskaźnik wschodów; Field emergence coefficient

LPR — Liczba pędów wegetatywnych z rośliny; Number of vegetative shoots per plant

LPWJ — Liczba pędów wegetatywnych jesienią; Number of vegetative shoots in autumn

WIR — Wskaźnik instalacji roślin; Plant installation index



Rys. 1. Wartości polowego wskaźnika wschodów (PWW) przy różnej obsadzie roślin (W1, W2, W3), średnio z 4 odmian

Fig. 1. Field emergence index (PWW) at different field stands (W1, W2, W3) mean for 4 cultivars

Najlepsze wschody we wszystkich trzech normach wysiewu miały odmiany Salsa i Barcrown (30%–66%), a średnio z badanych czterech odmian kostrzewy czerwonej najlepsze wschody były przy najrzadszym wysiewie (W_3) — 45%, zaś najgorsze przy W_1 — 30% (rys. 1).

Obsada i zagęszczenie roślin w polu zależne były od ilości wysiewu (tab. 2). Przy niższym wysiewie FLR była prawie trzykrotnie mniejsza niż przy najwyższym. Jednak ilość roślin w polu (FLR) mierzona połowym wskaźnikiem wschodów (PWW) była zdecydowanie wyższa (ok. 45%) przy najmniejszej ilości wysiewu (W_3).

Krzewienie roślin okazało się również być zależne od obsady i zagęszczenia roślin w rzędzie (tab. 2). Największą liczbę pędów przypadających na roślinę (LPR), większość odmian wykształciła przy wysiewie optymalnym W_2 , a odmiana Areta okazała się nawet bardziej żywotna i najsilniej krzewiąca się przy obsadzie minimalnym (W_3).

Plon nasion i wybrane cechy nasienne

Plon nasion badanych odmian był bardzo zróżnicowany i zależny od norm wysiewu. Najwyższe plony, wyliczone z tabeli 3, dały średnio z trzech poziomów wysiewu odmiany: Areta 20,8 dt/ha i Salsa 19,4 dt/ha (tab. 3).

Tabela 3

Plon nasion i wybrane cechy struktury plonu odmian kostrzewy czerwonej przy zróżnicowanej ilości wysiewu

Seed yield and selected traits of yield structure in red fescue cultivars at different sowing rates

Wysiew Sowing	Odmiana Cultivar	Ilość wysiewu Sowing rate (kg/ha)	Plon nasion Seed yield (dt/ha)	WR	LPG / m ²	LPR	Długość wiechy Panicle length (cm)	Masa 10 wiech Weight of 10 ears (g)	MTN TSW (g)
W_1	Nimba	10	13,5	135	4295	25,6	8,9	0,778	1,120
	Barcrown	10	14,5	145	4025	17,3	9,9	1,031	1,077
	Areta	10	22,6	226	3300	25,1	14,6	2,869	1,600
	Salsa	10	18,9	189	3805	21,0	13,1	1,387	1,387
	średnio mean	—	17,4	174	3856	22,2	11,6	1,516	1,296
W_2	Nimba	5,2	14,1	271	4460	25,6	9,5	1,00	1,252
	Barcrown	4,4	17,3	393	4190	22,6	9,7	1,094	1,062
	Areta	6,5	19,1	294	3100	26,2	14,4	2,389	1,661
	Salsa	5,0	19,6	392	3915	27,1	13,2	1,426	1,304
	średnio mean	17,5	17,5	338	3916	25,6	11,7	1,477	1,319
W_3	Nimba	11,7	11,7	452	3680	24,1	9,4	0,933	1,154
	Barcrown	14,5	14,5	661	3840	20,9	10,0	1,249	1,138
	Areta	20,6	20,6	624	2785	32,3	15,7	2,647	1,644
	Salsa	19,7	19,7	790	4205	19,1	13,2	1,440	1,363
	średnia mean	16,6	16,6	632	3627	24,1	12,2	1,567	1,327
NIR _{0,05}		—	1,62	—	379,2	2,61	1,18	0,352	0,137
LSD _{0,05}		—	—	—	—	—	—	—	—

LPG — Liczba pędów generatywnych; Generative shoots number

LPR — Liczba pędów wegetatywnych z rośliny; Number of vegetative shoots per plant

WR — Współczynnik rozmnażania; Seed multiplication coefficient

MTN — Masa tysiąca nasion; TSW — Thousand seeds weight

Około 2-krotne zmniejszenie obsady roślin (W_2) nie spowodowało średnio dla odmian niżki plonu w stosunku do dużego wysiewu W_1 stosowanego w praktyce, a w przypadku odmian o drobnych nasionach — Nimba i Barcrown był on nawet wyższy. Natomiast przy obniżonym czterokrotnie wysiewie (W_3) plonowanie nasienne było co prawda średnio dla kostrzewy czerwonej nieco niższe jak przy W_1 , lecz nie udowodnione statystycznie, a przy tym odmiany o wyższej MTN (Areta i Salsa) plonowały nieco lepiej niż przy obu większych obsadach roślin (W_1 i W_2).

Średnio dla badanych odmian optymalną okazała się zatem obsada 500 roślin na 1 m² (wysiew W_2), zaś przy W_3 nastąpił już minimalny spadek plonu, a w przypadku odmiany Nimba nawet udowodniony statystycznie. Podobne wyniki plonowania nasiennego przy zmniejszaniu ilości wysiewu w przypadku kostrzewy czerwonej, a także życicy trwałej, sygnalizowano już we wcześniejszych badaniach (Kitczak i Czyż, 2001; Martyniak i Martyniak, 2002).

Zagęszczenie pędów generatywnych (LPG) na jednostce powierzchni było bardzo zróżnicowane, zależnie od odmiany i wysiewu, ekstremalnie od 4460 (Nimba W_2) do 2785 (Areta W_3) na 1 m² (tab. 3). Generalnie obniżenie ilości wysiewu o połowę (W_2) powodowało zwiększenie liczby kwiatostanów (za wyjątkiem odmiany Areta), zaś dalsze obniżenie (W_3) już ogólnie spadek ich liczby w stosunku do obu wyższych poziomów wysiewu (za wyjątkiem obsady odmiany Salsa). Również liczba pędów generatywnych przypadających na jedną roślinę rosła przy zmniejszaniu ilości wysiewu, średnio najwięcej pędów przypadało na roślinę przy wysiewie W_2 (25,6), zaś najmniej przy wysiewie W_1 (22,2). Nasiona zebrane z roślin o zmniejszonej normie wysiewu (W_2) miały przeważnie średnio nieco większą MTN (tab. 3), co można tłumaczyć ich większą przestrzenią życiową roślin. Jednak „dorodność” nasion zdecydowanie i niezależnie od wysiewu związana była jednak z predyspozycjami genetycznymi odmiana, Salsa, a zwłaszcza Areta charakteryzowały się największą MTN, zaś Nimba, a szczególnie Barcrown o najmniejszą. Pozostałe badane cechy kwiatostanów tj. długość wiechy i masa 10 wiech, również często różnicowały się, zależnie od odmian i różnej ilości wysiewu. Średnio dla odmian najdłuższą wiechę i największą masę 10 wiech uzyskano przy skrajnie „rozrzedzonym” wysiewie W_3 (tab. 3).

Współczynnik rozmnażania (WR) wzrósł niemal 2-krotnie w przypadku W_2 i prawie 4-krotnie przy W_3 , na skutek zmniejszania norm wysiewu, nawet przy jednakowym lub niewielkim wzroście poziomu plonu nasion (tab. 3). Zbliżone wyniki uzyskano również w innych badaniach np. życicy trwałej (Kitczak i Czyż, 2000; Martyniak i Martyniak, 2002).

Zależność plonu nasion od wybranych cech biologiczno-morfologicznych

Spośród badanych cech większość była dodatnio, skorelowana z plonem nasion (tab. 4). Generalnie jak wynika z wysokiej istotności współczynników korelacji najbardziej o plonie nasion decydowała liczba pędów generatywnych przypadających na roślinę (LPR) tj. rozkrzewienie i zwartość łanu, a także masa wiech oraz MTN, długość wiechy, a nawet wysokość roślin. Natomiast nie stwierdzono jak u niektórych autorów wyraźniejszej zależności plonu od liczby pędów generatywnych (LPG), a zwłaszcza wegetatywnych jesienią (LPWJ), co pośrednio świadczy o dodatkowym wiosennym krzewieniu się

kostrzewy czerwonej. Oczywiście nie wszystkie odmiany zachowywały się pod tym względem jednakowo. Na przykład u odmiany Areta charakteryzującej się najniższą liczbą pędów generatywnych, o wysokim plonowaniu (najwyższym spośród badanych odmian, zarówno przy najgęstszym jak i najrzadszym siewie), decydowała najkorzystniejsza wartość cech dotyczących wiechy, tj. jego długość i masa oraz MTN (tab. 3).

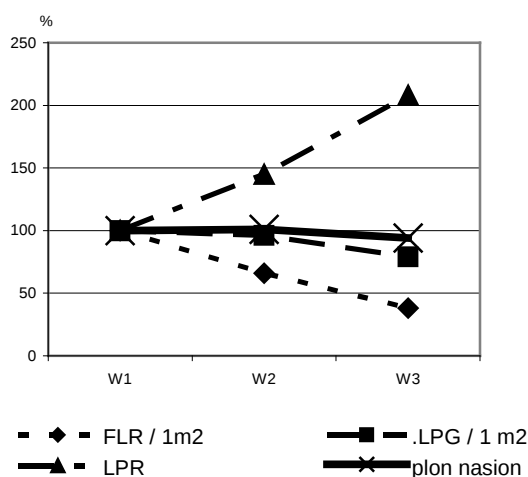
Ponadto w badaniach stwierdzono ogólnie dodatnią korelację liczbę pędów generatywnych ze wschodami roślin w polu (FLR), zaś ujemne z strukturą kwiatostanu i rozwojem wegetatywnym (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji plonu nasion i wybranych cech *Festuca rubra* w uprawie na nasiona
Correlation coefficient of seed yield and selected traits of *Festuca rubra* in seed production

Cecha Trait ¹⁾	Plon nasion Seed yield	LPG / 1 m ²	Wysokość roślin Plant height
Wschody (FLR) — Emergence	0,170	0,705***	0,174
LPWJ	-0,139	-0,546***	0,316
LPR / 1 m ²	0,148	—	-0,212
LPR (krzewistość)	0,764***	—	—
Wysokość roślin — Plant height	0,576***	-0,357*	—
Długość kłosa — Length of ear	0,524***	-0,368***	0,779***
Masa 10 kłosów — Weight of 10 ears	0,648***	-0,181	0,824***
MTN — TSW	0,598***	-0,134	0,689***

¹⁾ Patrz tabele 2 i 3; See Tables 2 and 3



Rys. 2. Wschody polowe, liczba pędów generatywnych oraz plon nasion przy różnej ilości wysiewu (średnio z 4 odmian)

Fig. 2. Field emergence, number of generative shoots and seed yield depending on sowing rate (mean for 4 cultivars)

Im więcej wiech na jednostce powierzchni tym mniejsza masa wiechy i MTN). Z kolei im wyższe rośliny i więcej pędów wegetatywnych w czasie instalacji roślin po wysiewie tym

mniej pędów generatywnych. Dobrze wizualnie zależność plonu od ogólnej zwartości łanu, związanej z liczbą roślin oraz pędów na jednostce powierzchni i roślinie, obrazuje graficznie rysunek 2, wskazując również na ograniczoną rolę liczby roślin i pędów generatywnych, a decydujące znaczenie krzewienie na plon, przy celowym zmniejszaniu ilości wysiewu nasion (rys. 2).

Sprawdziła się zatem postawiona hipoteza o decydującym znaczeniu obsady roślin w technologii uprawy na nasiona kostrzewy czerwonej. Generalnie zmniejszenie ilości wysiewu wpływało poprzez prawidłową strukturę łanu na wzrost plonu i jego jakość. Stąd nadmierny wysiew kostrzewy czerwonej jest zbędny, a niekiedy może nawet obniżać plon nasion. Wskazują one na potrzebę szerszych badań dla określenia optymalnej ilości wysiewu poszczególnych odmian w celu doskonalenia technologii ich uprawy.

WNIOSKI

1. W świetle uzyskanych wyników badań kilku odmian kostrzewy czerwonej można sądzić, że stosowane ilości wysiewu nasion tego gatunku na plantacjach nasiennych są w praktyce zbyt duże.
2. Zmniejszenie ilości wysiewu do teoretycznej, przyjętej jako optymalnej obsady 500 roślin na 1 m², nie powoduje spadku plonu, a nawet jego minimalny wzrost w stosunku do najwyższej, stosowanej w praktyce normy wysiewu (średnio dla odmian ok. 1000 roślin).
3. Faktyczna obsada roślin w polu jest mniejsza i znacznie odbiegała od teoretycznej opartej na laboratoryjnej zdolności kiełkowania, a polowy wskaźnik wschodów (PWW) jest bardzo niski i wynosi, zależnie od gęstości siewu nasion średnio dla odmian od 30 do 45%,.
4. Plon nasion badanych odmian kostrzewy czerwonej zależy, w sposób wysoce istotny, głównie od liczby pędów generatywnych przypadających na roślinę oraz niektórych cech kwiatostanu - długości wiechy, MTN i masy wiechy oraz wysokości roślin.
5. W badanych odmianach u roślin rozwijających się w mniejszej obsadzie, stwierdzono większą MTN, dłuższą wiechę oraz lepsze krzewienie, co rekompensowało mniejszą liczbę roślin na jednostce powierzchni i skutkowało wzrostem plonu nasion.
6. Zmniejszenie do uznanej za optymalną, teoretycznej obsady do 500 roślin na 1 m² skutkowało podwojeniem wartości współczynnika rozmnażania (WR), a przy minimalnej (250 roślin) niemal czterokrotny jego wzrost. Wskazują one ponadto na potrzebę szerszych badań dla określenia optymalnej ilości wysiewu poszczególnych odmian w celu doskonalenia technologii ich uprawy.

LITERATURA

- Brown K. R., Lilli C. 1990. Cocksfoot. In: Management of grasses seed crops. Rowarth J. S. (ed.). Grassland Research and Practice Ser. No. New Zealand Grassld. Assoc. Palmerston North 56 — 57.
- Domański P., Martyniak J., Pojedyńiec M. 1979. Zbiór instrukcji metodycznych prowadzenia doświadczeń odmianowych z trawami COBORU, Słupia Wielka: 22 — 33.

- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1996. Wykształcanie pędów generatywnych a plonowanie plantacji nasiennych traw. Biul. IHAR 199: 99 — 107.
- Hampton J. G., Fahey D. T. 1997. Components of seed yield in grasses and legumes. Forage Seed Production. Vol. 1: Temperate species. CAB International, Wallingford: 45 — 69.
- Hare M. D. 1993. Post-harvest and autumn of tall fescue seed yields. New Zealand J. Agric. Res. 36: 407 — 418.
- Goliński P. 2000. Czynniki determinujące plonowanie plantacji nasiennych *Festuca rubra* L. Łąkarstwo w Polsce 3: 31 — 41.
- Kitczak T., Czyż H. 2001. Wpływ ilości wysiewu na plon nasion dwóch odmian kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) i życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na glebie lekkiej. Zesz. Probl. PNR, 474: 293 — 299.
- Martyniak J., Żyłka D. 2001. Zależność obsady i instalacji roślin życicy trwałej od ilości wysiewu w uprawie na nasiona. Zeszyty Probl. PNR, 474: 283 — 297.
- Martyniak J., Martyniak D. 2002. Wpływ ilości wysianych nasion na obsadę roślin i plonowanie *Lolium perenne* w uprawie na nasiona. Łąkarstwo w Polsce 5: 145 — 154.
- Meijer W. J. M. 1984. Inflorescence production in plants and seed crops of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. as affected by juvenility of tillers and tiller density. Netherl. J. Agr. Sci. 32: 119 — 136.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.
- Smith S. R. 1996. Pedigreed Forage Seed Production. Canadian Seed Growers Association, Ottawa: 53 pp.
- Żyłka D., Prończuk S., Prończuk M. 2001. Porównanie kępowych i rozłogowych podgatunków kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L. ssp.) pod względem przydatności na użytkowanie trawnikowe i nasienne. Zesz. Probl. PNR 474: 103 — 112.

MARIA PRONČZUK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Czarcie kręgi i grzyby kapeluszowe na trawnikach — przegląd literatury

Fairy rings and basidiocarps of fungi in lawns — literature review)

Przedstawiono cykl rozwoju choroby, opisano trzy typy objawów na trawniku, grzyby edaficzne i lectofiliczne powodujące czarcie kręgi i ich szkodliwość. Podano metody chemiczne i agrotechniczne stosowane w zwalczaniu czarcich kręgów. Wskazano na trudności i małą efektywność fungicydów. Zwrócono uwagę na możliwość zapobiegania rozwojowi czarcich kręgów przez prawidłową pielęgnację trawników.

Słowa kluczowe: choroba traw, czarcie kręgi, chemiczne i agrotechniczne metody zwalczania, grzyby edaficzne i lectofiliczne, typy objawów, trawniki

The paper describes the cycle of disease development, types of symptoms in lawn and presents edaphic and lectophilic fungi as causal agents of fairy rings and their harmfulness. Chemical methods and cultural practices in controlling fairy rings are reviewed. Low efficiency of these methods is emphasized. Management procedures that may limit the fungi development in lawns are recommended to reduce the occurrence of fairy rings.

Key words: cultural and chemical control, edaphic and lectophilic fungi, fairy rings, turfgrass disease, types of symptoms

WSTĘP

Czarcimi kręgami przyjęto nazywać chorobę powodowaną przez grzyby kapeluszowe układające się w pierścienie, wstęgi lub pasma na trawniku (rys. 1). W dawnych czasach występowanie tych kręgów było otoczone tajemniczością i mitami. Ich pojawianie przypisywano nocnym tańcom czarownic lub elfów (Mühle i in., 1975). Badania naukowe wyeliminowały większość mitów, ale wiedza o epidemiologii choroby jest nadal mała.

Czarcie kręgi i pojedyncze grzyby kapeluszowe pojawiają się wszędzie gdzie rosną trawy (Barron i Hsiang, 1999). Jeśli nie powodują zmian w wyglądzie darni, mogą być tolerowane. Czasami jednak kręgi z ciemno lub jasno zabarwionym obrzeżem psują estetykę trawnika. Zdarza się również, że trawy w okolicy kręgu zamierają.



Rys. 1. Czarcie kręgi na polu golfowym (fot. M. Prończuk)
Fig. 1. Fairy rings on the golf course (photo. M. Prończuk)

Rosnące zainteresowanie trawnikami i wzrastające wymagania co do jakości trawników w Polsce powodują że pojawiające się owocniki grzybów niepokoją użytkowników. Coraz częściej poszukiwane są informacje o przyczynach występowania tej choroby oraz o metodach jej zwalczania. Najwięcej badań nad czarcimi kręgami przeprowadzono w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (Smiley i in., 1992; Vargas, 1994; Fidanza, 1999). W Polsce nie było dotąd podejmowanych prac nad tą chorobą traw, ale czarcie kręgi obserwowane były niejednokrotnie na „fairwayach” pól golfowych, płytach stadionów, trawnikach przydomowych oraz doświadczeniach trawnikowych (Prończuk, 2000). Fakty te wskazują, że popularyzacja wiedzy o chorobie oraz badania nad efektywnymi metodami ich zwalczania w warunkach pogodowych Polski są potrzebne.

CYKL ROZWOJU CHOROBY

Czarcie kręgi może powodować około 60 gatunków grzybów z klasy *Basidiomycetes* (Baldwin, 1990; Smiley i in., 1992). Zazwyczaj powodem ich rozwoju jest duża ilość nie rozłożonej materii organicznej w glebie lub obumarłych części traw w darni, którą te grzyby rozkładają. Owocniki grzybów w kręgach pojawiają się najczęściej po deszczu lub latem po dłuższej trwającej, wilgotnej pogodzie, którą poprzedziła susza. Dotąd nie wiadomo, czy pierwotnym źródłem choroby są kiełkujące zarodniki tych grzybów (basidiospory) czy też grzybnia przeżywająca w glebie lub w darni. Wiadomo natomiast, że infekcja zaczyna się od małej struktury grzybni, która stopniowo rozrastając się przybiera kształt koła. W pierwszym okresie rozwoju choroby kręgi mogą być niewidoczne na trawniku lub ujawniają się jako kępka traw o intensywnie zielonym zabarwieniu lub kępka grzybów kapeluszowych. W późniejszym okresie radialny wzrost grzybni może objawić się w postaci różnej wielkości kręgów lub ich części na powierzchni trawnika

(Smiley i in., 1992). Niektóre kręgi powiększają swój zasięg z roku na rok i mogą osiągać rozmiary 3–5 m średnicy. Tempo wzrostu takiego kręgu trudno jest przewidzieć, ponieważ zależy to od warunków sprzyjających grzybom (Carlos i in., 2004). Czasem kręgi zanikają, a po roku lub dwóch nagle ujawniają się ponownie. Gdy krąg się rozrasta, stara część grzybni zamiera, wówczas tę powierzchnię zajmują trawy oraz chwasty. Grzyb nigdy nie powraca na poprzednio zajmowane miejsce, gdzie zastały już wyczerpane substancje pokarmowe. Aktywny wzrost grzybni kończy się, gdy napotka ona barierę w glebie w postaci ściany budynku, klombu kwiatowego lub granicę wzrostu drugiego kręgu (Baldwin, 1990). Czarcie kręgi nie nakładają się i nie zachodzą na siebie.

Grzybowe kręgi zazwyczaj występują i są groźne na trawnikach założonych na glebie lekkiej, ubogiej w składniki odżywcze (brak nawożenia) i niskiej wilgotności. Trawniki zawierające grubą warstwę zamarłych części traw tzw. „thatch layers” są także narażone na uszkodzenia przez grzyby pomimo regularnego nawożenia i podlewania. Smiley i współautorzy (1992) twierdzą, że na lekkiej glebie grzybnia może penetrować glebę nawet do głębokości 30 cm natomiast na zbitej — gliniastej sięga jedynie 5 cm.

TYPY CZARCICH KRĘGÓW

Biorąc pod uwagę objawy na trawniku i ich szkodliwość kręgi podzielono na trzy typy (Baldwin, 1990; Smiley i in., 1992). Największy problem sprawiają **kręgi typu I** (rys. 2).



Rys. 2. Czarcie kręgi, typ I (fot. M. Prończuk)
Fig. 2. Fairy ring, type I (photo M. Prończuk)

Poznać je można po tworzących się w darni podwójnych pierścieniach, lub ciemnozielonych łukach traw, a przestrzeń między nimi wypełniają zamarłe trawy lub puste miejsca. W zamarłej darni i glebie obecna jest biała grzybnia o pleśniowym zapachu

oraz występują czasem żółtopomarańczowe grzyby kapeluszowe. Sprawcą choroby jest grzyb *Marasmius oreades* popularnie nazywany twardzioszkiem przydrożnym. Grzyb początkowo nie atakuje traw. Jego grzybnia penetruje glebę na gł. 10-30 cm i staje się tak gęsta, że nie przepuszcza wody (hydrofobia). Trawy nad grzybnią są słabe i zamierają z braku wilgoci. Poza tym patogen posiada zdolność wytwarzania związków cyjanowodorowych, które są trujące dla penetrujących glebę korzeni traw (Filer, 1965; Baldwin, 1990). Do **kręgów typu II** zaliczane są ciemno-zielone pierścienie na trawniku ze stymulowanym wzrostem traw na krawędzi (rys. 3). Tego typu kręgi obserwowane są podczas suszy na trawnikach z deficytem azotu. Kręgi te ujawniają się na skutek szybkiego rozkładu organicznej materii przez grzyby na łatwo dostępne związki azotowe, które potem wykorzystują trawy. Systematyczne nawożenie azotem nie likwiduje choroby, ale może spowodować, że pierścień nie wyróżnia się na tle zielonego trawnika. Najmniej groźne są **kręgi typu III**, ponieważ pojawiające się na trawniku grzyby kapeluszowe ułożone w kształcie pierścieni lub ich części nie powodują widocznych zmian w darni (rys. 4).



Rys. 3. Czarci krąg typ II (fot. M. Prończuk)
Fig. 3. Fairy ring, type II (photo. M. Prończuk)

W piśmiennictwie amerykańskim podawany jest bardziej szczegółowy podział kręgów (Fidanza, 1999). W podziale tym uwzględniono oprócz objawów występujących na trawnikach także gatunki grzybów powodujące kręgi oraz opisano ich siedliska. Wydzielono dwie grupy kręgów. Do pierwszej grupy zaliczono **kręgi edaficzne** — powodowane przez grzyby zasiedlające glebę. Zaliczono do nich *Marasmius oreades*, *Chlorophyllum molybditis* (*Lepiota morgani*) i *Agaricus* spp. Grupa druga to kręgi **lectofiliczne** - powodowane przez grzyby zasiedlające zamarłą darni. Do nich zaliczono: *Lycoperdon* spp., *Scleroderma* spp, *Tricholoma* spp. i *Clitocybe* spp. Fidanza (1999)

podaje, że niezależnie od grupy grzybów i miejsca ich penetracji objawy (typy kręgów) na trawniku mogą być podobne.



Rys. 4. Czarci krąg typ III (fot. M. Prończuk)
Fig. 4. Fairy ring, type III (photo M. Prończuk)

Powyższe gatunki grzybów spotykane były w warunkach klimatu USA. W Europie czarcie kręgi mogą powstawać w wyniku działań innych gatunków. Dla przykładu w Radzikowie zebrano na trawnikach doświadczalnych 14 owocników różnych grzybów (Prończuk, 2000). Większość z nich tworzyła kręgi. Autorka podaje, że w pierwszym i drugim roku użytkowania trawników kręgi nie powodowały widocznych zmian w darni. W dalszych latach, w miejscu pojawiających się owocników zaczynały ginąć trawy. Objawy te wskazywały na tworzenie się kręgów typu pierwszego. Podobne objawy stwierdzano na wieloletnich trawnikach, obsianych wiechliną łąkową, w Ogrodzie Botanicznym w Bydgoszczy. Szczegółowe obserwacje wykazały, że rozwojowi grzybów sprzyjała zbita, wilgotna darń i duża zawartość zmarłych liści i źdźbeł traw. Taką darń posiadały trawniki obsiane różnymi odmianami wiechliny łąkowej. W przerzedzonej darni trawników życicy trwałej nie pojawiały się kręgi, a nawet rzadko spotykano pojedyncze owocniki grzybów. Po zastosowaniu wertykulacji na trawnikach czarcie kręgi nie pojawiały się (Prończuk, 2000). Umiejętność rozpoznawania gatunków grzybów jak również bliższe określenie miejsca ich kolonizacji może ułatwić ich zwalczanie lub zapobieganie ich rozprzestrzenieniu. Odpowiednia pielęgnacja trawnika może zapobiec występowaniu kręgów lectofilicznych, a wertykulacja, aeracja, oraz regularne podlewanie z zastosowaniem środków obniżających napięcie powierzchniowe mogą być skuteczne w walce z tymi grzybami nawet bez użycia fungicydów (Fidanza, 1999). Natomiast zawsze bardzo trudne jest zwalczanie kręgów edaficznych.

METODY ZWALCZANIA

Wiele badań przeprowadzono nad poszukiwaniem przyczyn pojawiania się kręgow, i nad metodami ich zwalczania (Filer, 1965; Beard i in., 1973; Baldwin, 1988; 1990; Nadeau i in., 1993; Fidanza, 1999). Problem nadal jest mało wyjaśniony i nie ma pewnych sposobów ich zwalczania.

Ograniczony sukces otrzymano w zwalczaniu kręgow typu I stosując fungicydy wraz ze środkami obniżającymi napięcie powierzchniowe (wetting agents) (Carlos i in., 2004). Hydrofobia powodowana przez niektóre z tych grzybów nie pozwala na wystarczająco głęboką penetrację fungicydów w glebie, tak aby przy ich pomocy zlikwidować znajdującą się tam grzybnie patogena. Po zastosowaniu Flutolanilu lub Azoxystrobiny objawy były tylko na jakiś czas ograniczane, a potem znów się pojawiały. Fungicydy okazały się bardziej efektywne na polach golfowych, gdzie greeny były skonstruowane z jednolitej piaszczystej gleby, która ułatwia równomierne przemieszczanie się fungicydów. Kilkakrotne zastosowanie Flutolanilu (ProStar 50WP) z „wetting agent” (Primer) okazało się skuteczne (Fidanza, 1999). Baldwin (1990) twierdzi, że efektywność fungicydów zależy od dokładności wykonania zabiegu. W jego badaniach fungicydy zawierające takie substancje czynne jak benodanil, oxycarboxin i treforine wraz ze środkiem obniżającym napięcie powierzchniowe głęboko wprowadzone do gleby wykazywały dość wysoką efektywność. Według jego opinii najlepszym okresem do wykonania zabiegu jest wiosna, gdy grzybnia zaczyna się rozrastać. Zabieg ten można zastosować także jesienią, aby ograniczyć bardzo agresywny wzrost kręgow w tym okresie.

W walce z kręgami próbowano stosować także metody agrotechniczne takie jak: głębokie napowietrzanie (aeracja), częste i głębokie podlewanie z użyciem środków obniżających napięcie powierzchniowe oraz wszechstronne nawożenie mineralne. Zabiegi te nie likwidowały grzybów, ale skutecznie hamowały ich wzrost i pomagały w wytworzeniu zdrowo wyglądającego trawnika. Carlos i wsp. (2004) twierdzą, że korzystne działanie tych zabiegów polegało na utrzymaniu wilgoci w glebie i stymulowaniu rozwoju mikroorganizmów glebowych antagonistycznych dla grzybów powodujących czarcie kręgi. Poza tym redukowały hydrofobie gleby, a wyższe nawożenie mineralne wpływało na wzrost kondycji traw oraz maskowało objawy na trawniku powodowane przez kręgi typu II (Bread i in., 1973).

W piśmiennictwie proponowane są także inne metody, polegające na wymieszaniu gleby objętej kręgami, lub jej usunięcie z kręgu na głębokość 30 cm oraz ponowny zasiew trawnika. Przemieszana lub nowo nasypa gleba dobrze utrzymuje wilgotność i wpływa na rozwój i aktywność mikroorganizmów pożytecznych dla traw, a niszczących grzyby powodujące czarcie kręgi. Metody te jednak są pracochłonne, drogie i mogą być stosowane tylko na małych przestrzeniach (Baldwin, 1990; Fidanza, 1999; Carlos i in., 2004).

SPOSOBY ZAPOBIEGANIA

Trudności w zwalczaniu czarcich kręgow spowodowały, że niektórzy badacze sądzą, że „zamiast walczyć należy starać się nimi cieszyć, ponieważ w nich jest dużo estetycznego

piękna” (Vargas, 1994, Barron i Hsiang, 1999). Inni zaś starają się zwrócić uwagę na sposoby zapobiegania ich występowaniu.

Carlos i jego współpracownicy z Uniwersytetu Nevada (2004) podają następujące zalecenia, których przestrzeganie może ograniczyć pojawianie się czarcich kręgów:

- przed założeniem trawnika usuwać kawałki drewna, korzenie, gałęzie i inne produkty trudno rozkładające się, palenie tego materiału w miejscu przyszłego trawnika będzie sprzyjać wzrostowi tych grzybów,
- unikać przesuszania gleby — w warunkach naturalnych czarcie kręgi pojawiają się najczęściej po okresie suszy,
- stosować podlewanie całej powierzchni trawnika przez cały sezon wegetacji do gł. 15–20 cm, zapobiegać powstawaniu przesuszonych plam (miejsc) na trawniku, przy pojawieniu się pierwszych objawów kręgów podlewać głęboko i dokładnie,
- stosować zalecane nawożenie, wysokie dawki nawożenia azotowego powodują gromadzenie się „filcu” (zbitej zmarłej darni), w której rozwijają się grzyby czarcich kręgów.
- usuwać starą darń oraz napowietrzać trawnik, najlepszym okresem do wykonania tych zabiegów jest czerwiec i wrzesień.

LITERATURA

- Barron G., Hsiang T. 1999. Fungi on fairways. *Golf course management*. vol. 67 (12): 58 — 61.
- Baldwin N. A. 1988. Fairy rings. *Sport Turf Bulletin* 162: 11 — 12.
- Baldwin N. A. 1990. Turfgrass pest and diseases. *The Sport Turf Research Institute Bingley*: 1 — 58.
- Beard L. B., Vargas J. M., Rieke P. E. 1973. Influence of the nitrogen fertility level on *Tricholoma* fairy ring development in Merion Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Agron. J.* 65: 994 — 995.
- Carlos W. J., Wang S., Skelly J. A., Davis R. 2004. Fairy rings in lawns. University of Nevada Cooperative Extension. [Online: <http://www.unce.unv.edu/publications/pdf>].
- Fidanza M. A. 1999. Conquering fairy ring disease with new tools. *Golf course management*. vol. 67 (3): 68 — 71.
- Filer T. H. 1965. Damage to turfgrasses caused by cyanogenic compounds produced by *Marasmius oreades*, a fairy ring fungus. *Plant Dis.* 49: 571 — 574.
- Mühle E., Frauenstein K., Schumann K., Wetzel T. 1975. Choroby i szkodniki traw pastewnych. PWR i L, Warszawa: 1 — 412.
- Nadeau L. B., Blenis P. V., Knowles N. R. 1993. Potential of an organ silicone surfactant to improve soil wet ability and ameliorate fairy ring symptoms caused by *Marasmius oreades*. *Can. J. Plant. Sci.* 73: 1189 — 1197.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw- występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR nr 4: 1 — 183.
- Smiley R. W., Dernoeden P. H., Clarke B. B. 1992. Compendium of turfgrass diseases. *The American Phytopath. Society*. Minnesota: 1 — 98.
- Vargas J.M. 1994. Management of turfgrass diseases. *Lewis Publ. CRC Press, Inc.*: 1 — 294.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Andrzej Woźniak Dariusz Gontarz	Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna The influence of different participation of winter wheat in crop rotation and agrotechnical level on the quality of grain	3
Andrzej Woźniak Dariusz Gontarz Michał Staniszewski	Wpływ zmianowania na plonowanie i wartość wskaźnika LAI pszenicy twardej (<i>Triticum durum</i> Desf.) Effect of crop rotation on yielding and leaf area index (LAI) of hard wheat (<i>Triticum aestivum</i> Desf.)	13
Wiesław Wojciechowski	Reakcja pszenicy jarej odmiany Torka na nawożenie azotem w warunkach przyorywania międzyplonów ścierniskowych. Komunikat Nitrogen fertilization response of spring wheat Torka grown after ploughed down stubble drops. Short communication	23
Jerzy Grabiński	Wpływ zawartości kadmu w ziarnie pszenicy jarej na wartość wypiekową The influence of cadmium content in grain on baking quality of spring wheat	31
Danuta Leszczyńska Kazimierz Noworolnik	Porównanie reakcji wielorzędowych i dwurzędowych odmian jęczmienia ozimego na poziom nawożenia azotem i termin siewu Comparison of response of six-row and two-row winter barley cultivars to nitrogen fertilization level and sowing date	39
Dariusz R. Mańkowski Witold Kozioł Monika Janaszek	Wstępne badania nad zastosowaniem cyfrowej analizy obrazu oraz analizy funkcji dyskryminacji do oceny jakości browarnej wybranych odmian jęczmienia jarego Introductory study on application of digital image analysis and discriminant function analysis in assessment of malting quality of spring barley cultivars	51
Kazimierz Noworolnik Danuta Leszczyńska	Wpływ dawki azotu na plonowanie odmian jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym Effect of nitrogen rate on yielding of spring barley cultivars in a pot experiment	67
Agnieszka Katańska Zbigniew Broda	Wpływ 2,4 D i picloramu na indukcję androgeny pszenżyta ozimego (<i>Triticosecale</i> Wittm.) The influence of 2,4 D and picloram on androgenesis of winter tritcale (<i>Triticosecale</i> Wittm.)	75
Zbigniew Broda Agnieszka Tomkowiak Danuta Mackiewicz Dobek Anita Henryk Woś Janina Woś Roman Warzecha Krystyna Warzecha	Analiza zróżnicowania genetycznego linii pszenżyta przydatnych do hodowli mieszańców przy użyciu markerów molekularnych Molecular marker based study of genetic diversity of tritcale lines suitable for hybrid breeding	83

Sławomir Wróbel Ewa Turska	Nowe odmiany ziemniaka w produkcji nasiennej The new potato cultivars in seed production	93
Jacek Chotkowski Tomasz Pilecki	Próba opracowania metody syntetycznej oceny odmian ziemniaka jadalnego An attempt at elaboration of a synthetic method for evaluation	99
Janusz Urbanowicz Sławomir Wróbel	Reakcja roślin ziemniaka odmiany Mila na wybrane adiuwanty stosowane w ochronie plantacji nasiennych. Komunikat Response of potato plants cultivar Mila to some adjuvants in the aspect of seed crop protection. Short communication	109
Sławomir Wróbel	Wpływ różnych metod niszczenia naci średnio wczesnych odmian ziemniaka na plantacjach nasiennych na tempo jej zasychania i plon bulw Influence of different methods of haulm killing on rate of haulm desiccation and tuber yield of mid-early potato seed plantations	115
Sławomir Wróbel	Optymalizacja metod agrotechnicznych w ochronie ziemniaka przed PVY Optimal agro-practices to control PVY in potatoes	123
Krystyna Zarzyńska Wojciech Goliszewski	Rozwój roślin ziemniaka w zależności od systemu produkcji, jakości gleby i odmiany Development of potato plants depending on crop production system, type of soil and cultivar	133
Kazimierz Jabłoński	Wpływ nawożenia azotowego na plon i jakość bulw nowych odmian ziemniaka skrobiowego Influence of nitrogen fertilization on yield and tubers quality in new cultivars of starch potato	143
Zdzisław Ciećko Ilona Rogozińska Andrzej C. Żołnowski Mirosław Wyszowski	Oddziaływanie nawożenia potasem przy zróżnicowanych dawkach N i P na cechy kulinarne bulw ziemniaka The influence of potassium fertilization, at different N and P levels, on the culinary features of potato tubers	151
Renata Lebecka Ewa Zimnoch-Guzowska	Choroby bakteryjne ziemniaka (<i>Solanum tuberosum</i> L.) — strategie ochrony Bacterial diseases of potato (<i>Solanum tuberosum</i> L.) — control strategies	161
Bożena Cwalina- Ambroziak Edward Wróbel	Wpływ nawożenia azotem na występowanie ważniejszych chorób na bulwach ziemniaka Influence of nitrogen fertilization on the occurrence of important diseases on potato tubers	169
Józefa Kapsa Edward Bernat Małgorzata Kasprzak	Przydatność systemu decyzyjnego NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą w różnych warunkach meteorologicznych The usefulness of NegFry decision support system in potato protection against late blight under different meteorological conditions	177
Jerzy Osowski	Możliwość wykorzystania cynku w ochronie ziemniaka przed alternariozą A possibility to use zinc in protection of potatoes against early blight	187
Edward Bernat	Występowanie ospowatości (<i>Rhizoctonia solani</i>) na bulwach wybranych odmian ziemniaka The occurrence of black scurf (<i>Rhizoctonia solani</i>) on tubers of some potato varieties	195

Jacek Piszczek Małgorzata Jeżewska	Określenie optymalnego okresu pobierania prób dla wykrywania BNYVV metodą ELISA w roślinach buraka pochodzących z plantacji podejrzanych o występowanie rizomanii Determination of optimal sampling time for detection of BNYVV by ELISA in sugar beet plants from fields suspected of rhizomania occurrence	201
Magdalena Borowska Janusz Prusiński	Zastosowanie Ekolistu i IBA w uprawie nasiennej łubinu białego (<i>Lupinus albus</i> L.) IBA and Ekolist in white lupin seed production	207
Eliza Gawel	Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie, dynamikę przyrostu suchej masy i strukturę plonu kilku odmian lucerny The effect of the first cut date on the yield, rate of dry matter increase and yield structure in some lucerne cultivars	223
Marek Ćwintal Dorota Kościelecka	Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu Część I. Struktura zagęszczenia roślin i pędów The influence of the way of sowing and amount of seeds on the density structure, yielding and quality of diploid and tetraploid red clover in the year of sowing Part I. Density structure of plants and shoots	237
Marek Ćwintal Dorota Kościelecka	Wpływ sposobu i ilości wysiewu nasion na strukturę zagęszczenia, plonowanie oraz jakość di- i tetraploidalnej koniczyny czerwonej w roku siewu Część II. Plonowanie oraz jakość The influence of the way of sowing and amount of seeds on the density structure, yielding and quality of diploid and tetraploid red clover in the year of sowing Part II. Yielding and quality	249
Danuta Martyniak	Wpływ ilości wysianych nasion na obsadę roślin i plonowanie odmian gazonowych kostrzewy czerwonej (<i>Festuca rubra</i> L.) w uprawie na nasiona Influence of sowing rate on Fidel stand and yielding of turfgrass cultivars of red fescue (<i>Festuca rubra</i> L.) grown for seed	259
Maria Prończuk	Czarcie kręgi i grzyby kapeluszowe na trawnikach — przegląd literatury Fairy rings and basidiocarps of fungi in lawns — literature review)	269