

KRYSTYNA RYKACZEWSKA

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin

Rola wieku fizjologicznego bulw matecznych w kształtowaniu architektury ładu i plonu ziemniaka

Część I. Wpływ na strukturę rośliny i architekturę ładu

**The role of physiological age of mother tubers in forming of canopy architecture
and yield of potato**

Part I. The influence on plant structure and potato canopy architecture

Wiek fizjologiczny bulw jedenastu odmian ziemniaka: Albina Baszta, Bila, Dunajec, Glada, Hinga, Ikar, Irga, Oda, Sumak, Vistula różnicowano sposobem podkiełkowania. Na podstawie wyników uzyskanych w ścisłym doświadczeniu polowym stwierdzono istotny wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych na wszystkie badane elementy struktury roślin i architektury ładu. Wcześniejsze kiełkowanie bulw w środowisku pozagłębowym powodowało przyspieszenie występowania faz fenologicznych roślin do 16 dni, zwłaszcza wczesnej odmiany Albina oraz średnio wczesnej odmiany Irga i Oda. W końcu maja i na początku czerwca obserwowano równocześnie na jednych poletkach kończące się wschody, a na innych rozpoczynające się już kwitnienie roślin tej samej odmiany. Po 60 dniach od sadzenia zakres zróżnicowania pozostałych elementów architektury ładu był następujący: liczba łodyg — od 136 do 172 tys. szt./ha, masa części nadziemnej — od 18 do 28 t/ha, wysokość roślin od 58 do 66 cm, wskaźnik powierzchni liści (LAI) — od 2,63 do 4,53. Najwyższe wartości uwzględnionych w badaniach wskaźników rozwoju roślin uzyskano przy 4 lub 10 tygodniowym okresie podkiełkowania bulw matecznych.

Słowa kluczowe: architektura ładu, bulwa mateczna, odmiana, struktura rośliny, wiek fizjologiczny, ziemniak

Physiological age of tubers of eleven potato cultivars: Albina, Baszta, Bila, Dunajec, Glada, Hinga, Ikar, Irga, Oda, Sumak and Vistula was regulated in a way of pre-sprouting to create five treatments. The significant influence of physiological age on all tested elements of plant structure and canopy architecture in the field experiment was confirmed. Tubers pre-sprouting caused the acceleration of plant phenological stages up to 16 days, particularly at early cultivar Albina and middle early cultivars Irga and Oda. At the end of May and the beginning of June the phases end of emergence on one plot and blooming on another were observed at the same time, for a given cultivar. The range of modification

of remaining elements of canopy structure 60 days after planting was as follow: stems number — 136 to 172 thousand/ha, haulm mass — 18 to 28 t/ha, height of plants — 58 to 66 cm, leaf area index — 2,63 to 4,53. The highest values of all indicators of physiological plant development took place at 4 or 10 weeks of pre-sprouting of mother tubers.

Key words: canopy architecture, cultivar, mother tuber, physiological age, plant structure, potato

WSTĘP

Badania nad wiekiem fizjologicznym sadzeniaków ziemniaka, jako niepatogenicznym elementem wartości nasiennej (Gabriel, 1977), rozpoczęte na szerszą skalę około dwudziestu lat temu, są aktualnie kontynuowane (Anonim, 1998; Reust i wsp. 2001). Dotychczasowe prace z tego zakresu dotyczące polskich odmian i naszych warunków klimatycznych obejmowały następujące etapy: określenie wpływu wieku fizjologicznego bulw, różnicowanego jesiennym pobudzaniem i wiosennym podkiełkowaniem, na rozwój i plonowanie wczesnych odmian ziemniaka (Rykaczewska, 1986 a), ocenę wpływu wieku chronologicznego bulw ziemniaka na ich wartość plonotwórczą (Rykaczewska, 1986 b), wykazanie znaczenia wieku fizjologicznego bulw matecznych w modyfikowaniu produktywności roślin odmian o zróżnicowanej długości okresu wegetacji (Rykaczewska, 1993), określenie tempa fizjologicznego starzenia się bulw większości zarejestrowanych wówczas odmian, opracowanie laboratoryjnej metody określania tej ich właściwości oraz skwantyfikowanie tej cechy za pomocą skali 1–9 (Rykaczewska, 1993), określenie interakcji wieku fizjologicznego bulw matecznych i wieku fizjologicznego kiełków w rozwoju bardzo wczesnych odmian ziemniaka (Rykaczewska, 1999), ocenę wpływu wieku fizjologicznego sadzeniaków na wielkość bulw w plonie odmian o odmiennym tempie fizjologicznego starzenia się (Rykaczewska, 2000). Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wieku fizjologicznego bulw matecznych nowych odmian, o zróżnicowanej długości okresu wegetacji, na architekturę łanu ziemniaka, plon i jego strukturę oraz opracowanie prostej, polowej metody określania szybkości fizjologicznego starzenia się sadzeniaków.

Właściwa struktura rośliny i architektura łanu warunkująca uzyskanie wysokiego plonu jest zależna od wielu czynników agrotechnicznych, siedliskowych i genetycznych. Ma ona decydujący wpływ na wielkość radiacji słonecznej przenikającej w głąb łanu i jej skład spektralny, asymilację atmosferycznego CO₂ przez rośliny, temperaturę powietrza w łanie, zachowanie ciepła w glebie, szybkość absorpcji napromieniowania i długość trwania powierzchni asymilacyjnej (Hay i Walker, 1989; Czerednik i Nalborczyk, 2000). Wydajność konwersji zaabsorbowanej fotosyntetycznie aktywnej radiacji w produkowaną biomasę rośliny jest ściśle skorelowana z architekturą łanu. Podejmowane nad tymi zagadnieniami prace badawcze związane są z różnymi gatunkami roślin: ze zbożowymi (Podolska i Ruszkowski, 1991; Kozłowska-Ptaszyńska i Noworolnik, 1993; Noworolnik i Kozłowska-Ptaszyńska, 1993; Kuś i Kamińska, 1993; Łoboda i Pietkiewicz, 1993; Wesołowski, 1993; Woźniak, 1993), strączkowymi (Harasimowicz-Herman, 1993) i innymi (Gontarczyk i Aufhammer 1993; Nalborczyk i wsp., 1993). Prace z tego zakresu nad ziemniakiem, w których zwykle używano terminu „architektura łanu” związane były

głównie z regulacją gęstości roślin lub łodyg na jednostce powierzchni (Roztropowicz i Rykaczewska, 1982; Gójski, 1993; Ziółek, 1993; Szutkowska, 2000; Zarzyńska i Gruczek, 2000) oraz zmianą pokroju roślin spowodowaną zróżnicowanymi dawkami nawozu azotowego (Roztropowicz i Rykaczewska, 1987). Celem tej części pracy było określenie zakresu zróżnicowania struktury rośliny i architektury ładu w efekcie zastosowania sadzeniaków w różnym wieku fizjologicznym.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe zostało przeprowadzone w latach 1995–1999 w Jadwisinie na glebie pseudobielicowej. W cyklach trzyletnich przebadano jedenaście odmian o zróżnicowanej długości okresu wegetacji. Ich wykaz przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz badanych odmian ziemniaka
List of tested potato cultivars

Odmiana Cultivar	Grupa wczesności Earliness	Lata Years
Albina	wczesna — early	1997–1999
Baszta	średnio wczesna — middle early	1997–1999
Bila	wczesna — early	1995–1997
Dunajec	późna — late	1995–1997
Głada	średnio wczesna — middle early	1995–1997
Hinga	późna — late	1997–1999
Ikar	średnio wczesna — middle early	1997–1999
Irga	średnio wczesna — middle early	1997–1999
Oda	średnio wczesna — middle early	1996–1998
Sumak	wczesna — early	1995–1997
Vistula	średnio późna — middle late	1996–1998

Tabela 2

Sposób traktowania bulw matecznych w okresie od jesieni do sadzenia
The way of mother tubers treating in the period from autumn to planting

Kombinacja Treatment	Sposób traktowania bulw matecznych Way of mother tubers treating
A	przechowywanie w temperaturze ok. 2° C, bez podkielkowania storage at the temperature 2° C, without pre-sprouting (RH ~90%)
B	przechowywanie w temperaturze ok. 2° C a następnie podkielkowanie przez okres 4 tygodni (temp. ok. 18° C, RH ~50–90%) storage at the temperature 2° C, then pre-sprouting during 4 weeks (temp. about 18°C, RH ~50-90%)
C	przechowywanie w temperaturze ok. 2° C a następnie podkielkowanie przez okres 10 tygodni (temp. ok. 18° C, RH ~50–90%) storage at the temperature 2° C, then pre-sprouting during 10 weeks (temp. about 18°C, RH ~50-90%)
D	bez przechowywania w niskiej temperaturze, podkielkowanie na świetle od jesieni do sadzenia (temp. ok. 18° C, RH ~50–90%) without storage at the low temperature, pre-sprouting in light from autumn to planting (temp. about 18° C, RH ~50-90%)
E	bez przechowywania w niskiej temperaturze, kiełkowanie bulw w ciemności (temp. ok. 18° C, RH ~50–90%), trzykrotne obrywanie kielków: w styczniu, lutym i marcu without storage at the low temperature, tubers sprouting in darkness, (temp. about 18° C, RH ~50-90%), three times desprouting: in January, February and March

Wiek fizjologiczny bulw matecznych regulowano sposobami traktowania bulw matecznych w okresie od jesieni do sadzenia. Uzyskane kombinacje przedstawiono w tabeli 2. Natężenie światła w czasie podkiełkowania wynosiło 5–7 tysięcy luksów, a wilgotność względna powietrza około 80%. Na początku lutego, marca i kwietnia wykonywane były pomiary długości i masy kielków wyrosłych w ciemności. W każdym terminie pomiaru kielki te były odrywane od bulwy matecznej. Tuż przed sadzeniem określono procent oczek skielkowanych i długość kielków na bulwach podkiełkowanych na świetle. Sadzenie odbywało się ręcznie w jednym terminie, około 20 kwietnia.

Doświadczenie zakładano metodą losowanych bloków, w układzie zależnym, w czterech powtórzeniach. Podblokami I rzędu były odmiany, a II rzędu — wiek fizjologiczny bulw matecznych. Liczba roślin na poletku wynosiła 50, a w przeliczeniu na 1 ha 40 tysięcy. W okresie wegetacji wykonywane były obserwacje pojawiania się kolejnych faz rozwojowych. Po 60 dniach od sadzenia określono wysokość roślin, liczbę łodyg głównych, wyrastających bezpośrednio z bulwy matecznej i masę części nadziemnej. Na podstawie pomiaru powierzchni asymilacyjnej roślin za pomocą aparatu LI-3100 Area Meter wyliczono wskaźnik powierzchni liści LAI. Dwa elementy składające się na architekturę łanu, tj. liczbę łodyg na jednostce powierzchni i masę części nadziemnej określono przez transformację wyników dla 40 tysięcy roślin na 1 hektarze. Istotność zróżnicowania wpływu badanych czynników na kiełkowanie bulw i cechy rozwoju roślin określono przy zastosowaniu 2-czynnikowych analiz wariancji stosując test F „Snedecora” dla modelu stałego w układzie niezależnym, gdzie I czynnikiem były odmiany, a II — wiek fizjologiczny bulw matecznych. Powtórzenia stanowiły lata badań. W roku 1997 ze zdecydowanie mniejszą sumą opadów w okresie wegetacji (tab. 3) badaniami objęto wszystkie odmiany niniejszej serii. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) stosowano test „t-Studenta”.

Tabela 3

Opady i temperatura w okresie wegetacji w Jadwisinie w latach badań
Rainfall and the temperature during growing seasons in Jadwisin

Rok Year	Opady w mm Rainfall in mm						Temperatura w °C Temperature in °C					
	miesiąc months						miesiąc months					
	V	VI	VII	VIII	IX	Średnio Mean	V	VI	VII	VIII	IX	Średnio Mean
1995	35,4	89,7	66,7	64,7	145,4	80,4	12,8	17,4	20,1	18,5	13,3	16,4
1996	54,6	67,0	76,2	31,5	65,5	59,0	15,1	16,8	16,1	18,7	10,5	15,4
1997	41,3	38,6	22,9	16,9	31,8	30,3	13,6	17,0	17,9	19,2	13,1	16,2
1998	54,9	195,3	64,2	58,8	3,8	75,4	14,2	17,7	17,9	16,4	13,3	15,9
1999	58,4	170,9	29,6	8,8	18,9	57,3	12,9	18,6	21,2	18,1	16,1	17,4
Średnio Mean	48,9	112,3	51,9	36,1	53,1	60,5	13,7	17,5	18,6	18,2	13,3	16,3

WYNIKI

Stwierdzono istotny wpływ sposobów traktowania bulw matecznych w okresie od jesieni do sadzenia na wszystkie badane cechy rozwoju roślin (tab. 4).

Tabela 4

Istotność wpływu badanych czynników — wyciąg z analizy zmienności
Significance of the tested factors — summary of analysis of variance

Badana cecha Trait	Źródło zmienności Source of variance		
	odmiana cultivar	wiek fizjologiczny bulw physiological age of tubers	współdziałanie odmian x wiek interaction cult. x age
Procent kiełkujących na bulwach oczek Percentage of sprouting eyes	+	++	+
Długość kiełków na świetle Length of sprouts in light	+	+	—
Początek wschodów roślin Beginning of plants emergence	++	++	—
Zakończenie wschodów roślin Ending of plants emergence	++	++	—
Początek fazy kwitnienia Beginning of blooming phase	++	++	—
Wysokość roślin Height of plants	++	++	—
Liczba łodyg/roślinę Number of stems/plant	++	++	—
Masa części nadziemnej/roślinę Haulm mass/plant	++	++	—
Wskaźnik powierzchni asymilacyjnej Assimilation area	++	++	—

++ Istotność na poziomie $P \leq 0,01$; Significant $P \leq 0.01$ + Istotność na poziomie $P \leq 0,05$; Significant $P \leq 0.05$

— Nieistotne; Not significant)

Tabela 5

Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych badanych odmian na procent skielkowanych oczek
(pomiar tuż przed sadzeniem). Jadwisin 1995–1999

The influence of physiological age of mother tubers of tested cultivars on percentage of sprouting eyes
just prior to planting. Jadwisin 1995–1999

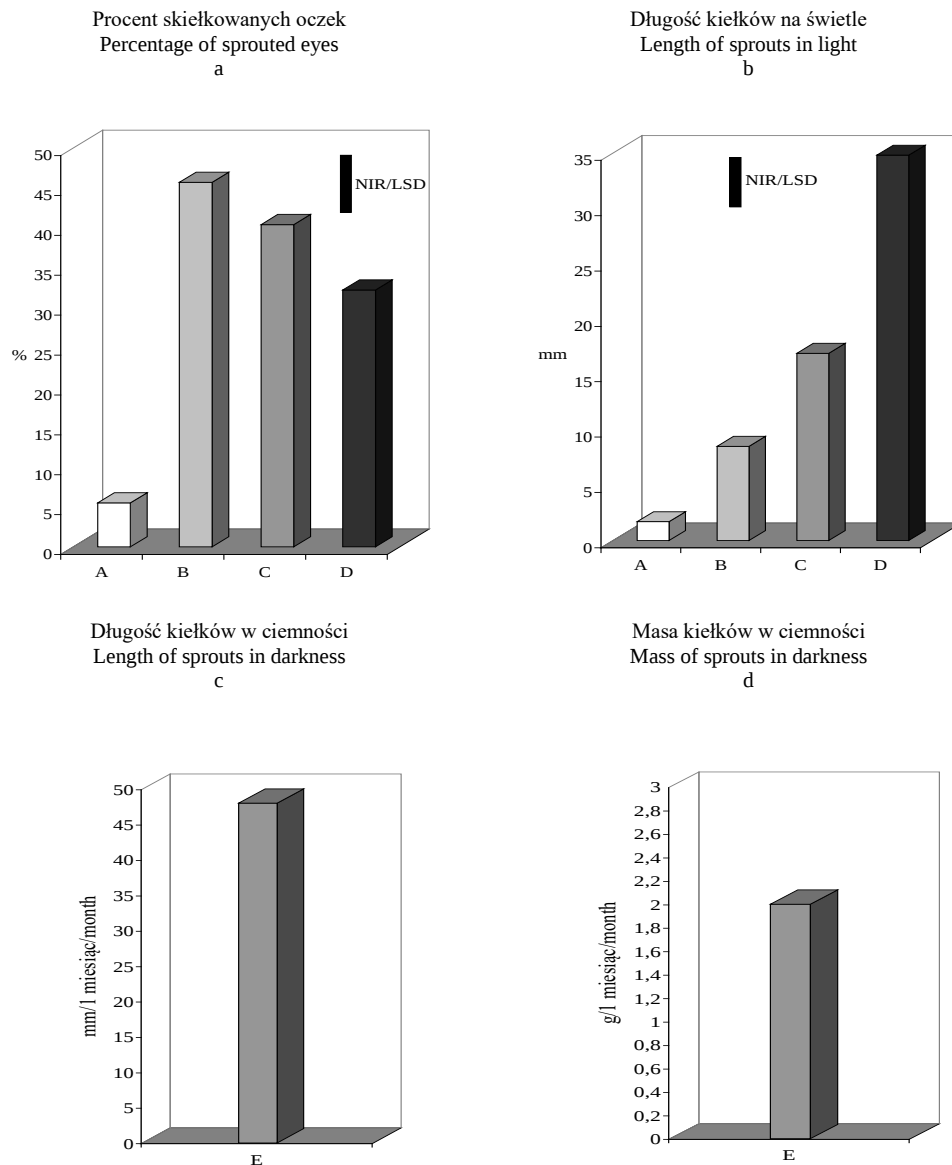
Wiek fizjologiczny* Physiological age*	Odmiana Cultivar										
	Albina	Bila	Sumak	Baszta	Głada	Ikar	Irga	Oda	Vistula	Dunajec	Hinga
A	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	6,6	20,6	15,5
B	21,1	81,9	33,8	28,0	61,9	40,9	38,7	21,7	64,7	65,7	44,9
C	27,7	65,5	31,6	26,7	51,7	28,1	32,1	27,3	52,3	57,5	43,7
D	26,7	46,4	30,8	25,3	30,1	27,6	29,3	27,3	45,6	36,1	30,4
średnio mean	18,9	51,4	24,0	20,0	35,9	26,8	25,0	19,1	42,3	45,0	33,6

* — Objasnienia w tabeli 2; Explanation in table 2.

NIR dla: / LSD for:

Odmian; Cultivars — 12,0%

Współdziałanie odmiany x wiek; Interaction cultivars x age — 24%



Wiek fizjologiczny bulw matecznych — Physiological age of mother tubers

Rys. 1. Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych na procent skielkowanych oczek i długość kielków na świetle oraz długość i masę kielków wyrosłych w ciemności; przeciętnie dla 11 badanych odmian. Jadwisin 1995–1999

Fig. 1. The influence of physiological age of mother tubers on the percentage of sprouted eyes and the length of sprouts in light and on the length and the mass of sprouts in darkness; average for 11 tested cultivars. Jadwisin 1995–1999

Sposoby te spowodowały przede wszystkim zmianę stanu fizjologicznego samych bulw, na co wskazuje procent kiełkujących oczek i długość wyrastających kielków (rys. 1). W czasie bezpośrednio poprzedzającym sadzenie procent kiełkujących oczek był najniższy, gdy bulwy mateczne przechowywane były przez cały okres od jesieni do wiosny w niskiej temperaturze (kombinacja A — 5,5%), a najwyższy, gdy zostały one podkiełkowane przez okres 4 tygodni (kombinacja B — 45,7%). W miarę wydłużania okresu podkiełkowania, procent kiełkujących oczek zmniejszał się, co było związane z dominacją kielka apikalnego u bulw rozpoczynających kiełkowanie jesienią (kombinacja D — 32,2%). Reakcja badanych odmian była zróżnicowana (tab. 5). Sześć spośród nich nie wykazało objawów kiełkowania przy przechowywaniu w temperaturze około 2° C. Były to odmiany: Albina, Sumak, Baszta, Głada, Irga i Oda. Skiełkowały natomiast odmiany: Bila, Ikar, Vistula, Hinga i Dunajec, a więc reprezentujące wszystkie grupy wczesności. Najniższy przeciętny procent kiełkujących oczek stwierdzono u odmiany Albina (18,9%) i Oda (19,1%), najwyższy zaś u odmiany Bila (51,4%) i Dunajec (45%). Długość kielków uformowanych na świetle wahała się od 1,7 do 34,8 mm i zależna była od długości okresu podkiełkowania (rys. 1). Bulwy przechowywane w ciemności charakteryzowały się dosyć wysoką intensywnością kiełkowania — w ciągu jednego miesiąca wyrastały na nich kielki o przeciętnej długości 48 mm i masie 2 g (rys. 1 c, d). Najdłuższe były u odmiany Ikar (86 mm) i Albina, ale ich długość nie zawsze była skorelowana z masą (Ikar — 1,6 g, Albina — 3,5 g, a Irga — 2,3 g, tab. 6).

Tabela 6

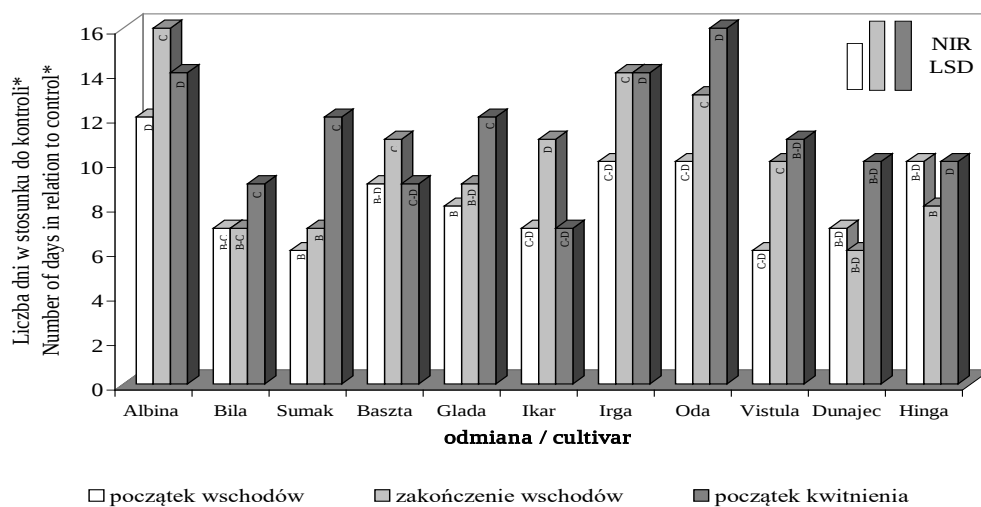
Długość i masa kielków wyrosłych na bulwach w ciemności (temp. ~18° C, RH ~50-90%) — wartości średnie z trzech terminów pomiarów* — Jadwisin 1995–1999
Length and mass of sprouts on tubers in darkness (temp. ~ 18° C, RH ~50–90%) — mean values for three dates of measurements* — Jadwisin 1995–1999

Badana cecha kielków Sprouts characteristic	Odmiana Cultivar										
	Albina	Bila	Sumak	Baszta	Głada	Ikar	Irga	Oda	Vistula	Dunajec	Hinga
Długość w mm Length in mm	77	42	16	36	59	86	62	32	43	28	44
Masaw g Mass in g	3,5	2,7	1,1	1,1	2,9	1,6	2,3	1,4	2,0	1,9	1,8

NIR dla / LSD for: długość kielków; length of sprouts — 17 mm
 masa kielków; mass of sprouts — 1,8 g

* Obrywanie kielków w każdym terminie; Desprouting in each term

Zróżnicowany wiek fizjologiczny bulw matecznych wpłynął na terminy pojawiania się faz rozwojowych roślin, szczególnie wyraźnie na wschody i kwitnienie (rys. 2). Początek wschodów roślin na poletkach kontrolnych miał miejsce między 15 a 31 maja, w zależności od odmiany i roku badań, a ich zakończenie między 25 maja a 8 czerwca (tab. 7). Faza kwitnienia tych roślin rozpoczynała się najwcześniej 10 czerwca (odmiana Bila i Vistula), a najpóźniej 8 lipca (odmiana Hinga). Zmiana wieku fizjologicznego bulw matecznych pozwoliła na przyspieszenie tych faz rozwojowych — największe zaobserwowano u odmiany Albina (14-16 dni), Oda (13-16 dni) i Irga (14 dni) – rys. 2.



* kontrola — bulwy mateczne niepodkiełkowane (A) / * control — mother tubers without pre-sprouting (A)

Rys. 2. Przyspieszenie wschodów i kwitnienia roślin ziemniaka w efekcie zmiany wieku fizjologicznego bulw matecznych (B, C, D — kombinacja o największym przyspieszeniu). Jadwisin 1995–1999
Fig. 2. The effect of mother tubers physiological age on acceleration of emergence and blooming phases (B, C, D — the treatment with the biggest acceleration). Jadwisin 1995–1999

Przyspieszenie rozwoju roślin było czynnikiem najbardziej różnicującym strukturę rośliny i architekturę łanu ziemniaka. W końcu maja i na początku czerwca obserwowano równocześnie na jednych poletkach kończące się wschody a na innych rozpoczynające się już kwitnienie roślin tej samej odmiany (tab. 7, rys. 2).

Tabela 7

Termin wschodów i kwitnienia roślin na poletkach kombinacji kontrolnej (A). Jadwisin 1995–1999
The date of emergence and plants blooming on plots of control treatment (A). Jadwisin 1995–1999

Odmiana Cultivar	Wschody Emergences		Początek kwitnienia Beginning of blooming phase
	Początek Beginning	Zakończenie Ending	
Albina	20–27.05	30.05–8.06	15–18.06
Bila	20–22.05	26–30.05	10–24.06
Sumak	18–24.05	27.05–3.06	17.06–3.07
Baszta	18–31.05	30.05–8.06	15–28.06
Głada	18–28.05	26–30.05	18–26.06
Ikar	18–27.05	30.05–8.06	15–16.06
Irga	18–27.05	30.05–8.06	15–17.06
Oda	20–28.05	30.05–3.06	15–30.06
Vistula	18–21.05	30–31.05	10–18.06
Dunajec	20–21.05	26–30.05	21–24.06
Hinga	15–31.05	25.05–8.06	6–8.07

U większości badanych odmian nie stwierdzono zaniku zdolności bulw do kiełkowania i wschodów roślin. Wystąpił jedynie w kombinacji E u odmiany Baszta (35,6% roślin brakujących) i u odmiany Irga (31,7%) oraz w bardzo niewielkim stopniu u odmiany Ikar (2,3%) — tab. 8.

Tabela 8

Zanik zdolności do wschodów — brakujące rośliny w %
Loosing of ability to emergence — missing plants in %

Wiek fizjologiczny bulw matecznych* Physiological age of mother tubers	Odmiana Cultivar											Średnio Mean
	Albina	Bila	Sumak	Baszta	Głada	Ikar	Irga	Oda	Vistula	Dunajec	Hinga	
A–D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	35,6	0	2,3	31,7	0	0	0	0	6,3

* Objasnienia w tabeli 2

* Explanation in table 2

Zróznicowany wiek fizjologiczny bulw matecznych miał również istotny wpływ na liczbę łodyg u roślin i ich wysokość, masę ich części nadziemnej oraz wskaźnik powierzchni liści (tab. 9). Nie stwierdzono istotnego współdziałania badanych cech z odmianami (tab. 4).

Tabela 9

Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych na strukturę rośliny ziemniaka po 60 dniach od sadzenia; średnio dla 11 badanych odmian. Jadwisin 1995–1999
The influence of mother tubers physiological age on potato plants structure 60 days after planting; average for 11 tested cultivars. Jadwisin 1995–1999

Wiek fizjologiczny bulw matecznych* Physiological age of mother tubers*	Liczba łodyg (szt./rośl.) Stems number/plant	Masa części nadziemnej (g/rośl.) Mass of haulm (g/plant)	Wskaźnik powierzchni liści LAI Leaves area index	Wysokość roślin Height of plants (cm)
A	3,9	557	3,52	63,9
B	4,3	691	4,53	65,9
C	3,9	692	4,49	62,9
D	3,5	630	4,19	60,8
E	3,4	450	2,63	58,3
Średnio Mean	3,8	604	3,87	62,4
NIR LSD	0,5	109	0,77	1,8

* Objasnienia w tabeli 2

* Explanation in table 2

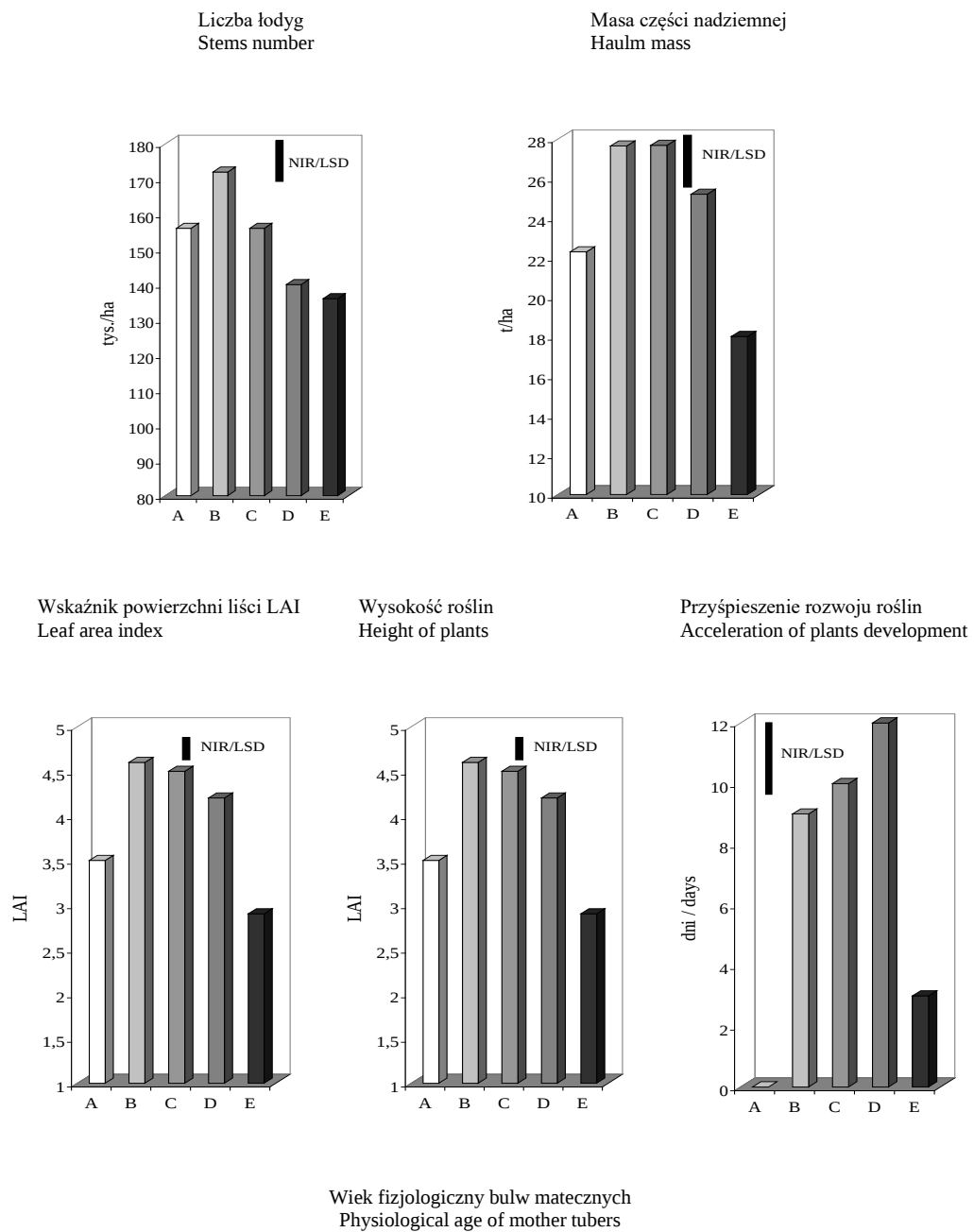
Liczba łodyg u roślin była najwyższa w przypadku podkiełkowania bulw matecznych przez 4 tygodnie (kombinacja B) i wynosiła średnio 4,3 szt./roślinę. Zmniejszała się z wydłużaniem okresu podkiełkowania i była najniższa w przypadku bulw fizjologicznie najstarszych — 3,4 szt./roślinę (kombinacja E) — tab. 8. Pozostałe badane elementy struktury roślin osiągały maksimum w kombinacji B lub C. Po 60 dniach od sadzenia największa masa części nadziemnej badanych odmian wynosiła przeciętnie 692 g/roślinę, a najmniejsza 450 g/roślinę; najwyższy wskaźnik powierzchni liści (LAI) —

4,53, a najniższy — 2,63; największa wysokość roślin wynosiła 65,9 cm, a najmniejsza 58,3 cm. Ekstrapolując uzyskane wyniki na powierzchnię 1 hektara stwierdzono, iż regulacja wieku fizjologicznego bulw matecznych pozwoliła na istotne zwiększenie się liczby łodyg ze 136 do 172 tysięcy, oraz masy części nadziemnej z 18 do 28 ton (rys. 3).

DYSKUSJA

Prawidłowa konstrukcja łanu ziemniaka związana jest przede wszystkim z terminem i gęstością sadzenia, wielkością sadzeniaków, poziomem i sposobem nawożenia azotem oraz warunkami wilgotnościowymi i termicznymi w okresie wegetacji. Czynniki te poprzez wpływ na tempo rozwoju i morfologię roślin modyfikują ich dostęp do składników pokarmowych, wody i światła oraz wymianę gazową. Na wpływ czynników agrotechnicznych na architekturę łanu ziemniaka zwracają w swych pracach uwagę między innymi. Wurr (1974), Roztropowicz i Rykaczewska (1982, 1987), Gójski (1993), Ziółek (1993), Szutkowska (2000), Zarzyńska i Gruczek (2000). Z niniejszej pracy wynika, iż wiek fizjologiczny bulw matecznych może być również czynnikiem modyfikującym morfologię rośliny i konstrukcję łanu ziemniaka. Wiąże się to ze zróżnicowanym rozwojem bulw w wyniku oddziaływania na nie odmiennymi warunkami termicznymi i świetlnymi, w okresie od zbioru do sadzenia (tab. 4 i 5, rys. 1). Wcześniejszy ich rozwój w środowisku pozagłebowym wywarł wpływ na przyspieszenie rozwoju roślin. Wyniki dotyczące tego aspektu problemu przedstawione we wcześniejszych publikacjach zagranicznych były zbliżone, ale dotyczyły niewielkiej liczby odmian, najczęściej dwóch (Madec, 1978; Bean i Allen, 1980; Bodleander i Marinus, 1987; Hartmans i van Loon, 1987; van Loon, 1987; van der Zaag i van Loon, 1987; Reust, 1990; Marinus, 1992; Ittersum, 1993). W niniejszej pracy obserwacje prowadzono na 11 odmianach i zwrócono uwagę na znaczne przyspieszenie wschodów i kwitnienia roślin dochodzące do 16 dni. W końcu maja i na początku czerwca obserwowano równocześnie na jednych poletkach kończące się wschody, a na innych rozpoczynające się kwitnienie roślin tej samej odmiany, w szczególności odmiany Albina, Oda i Irga (tab. 4 i 7, rys. 2).

Optymalna liczba łodyg na jednostce powierzchni jest zależna od kierunku produkcji ziemniaka. Według Szutkowskiej (2000), w technologii produkcji ziemniaków zakładającej maksymalizację plonu bulw dużych, optymalne zagęszczenie łodyg na hektarze winno wynosić od 100 do 150 tysięcy sztuk. Gójski (1993) natomiast stwierdza, iż w uprawie ziemniaków na wczesny zbiór opłaca się zwiększać zagęszczenie łodyg nawet do 500 tysięcy szt./ha, a na zbiór po dojrzałości wystarczające jest ich zagęszczenie do około 200 tysięcy szt./ha. Z pracy Roztropowicz, Zarzyńskiej i Szutkowskiej (1988) wynika, że optymalna obsada łodyg waha się zależnie od odmiany od około 170 do 240 tysięcy szt./ha, ale w niniejszej pracy zakres ten zawarty był w granicach od 136 do 172 tysięcy sztuk/ha (rys. 3).



Rys. 3. Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych na wybrane elementy architektury łanu ziemniaka po 60 dniach od sadzenia; wartości średnie dla 11 badanych odmian. Jadwisin 1995–1999
Fig. 3. The influence of mother tubers physiological age on some elements of potato canopy architecture 60 days after planting; mean value for 11 tested cultivars. Jadwisin 1995–1999

W badaniach nad zmianami zachodzącymi w strukturze roślin najpowszechniej stosowanym wskaźnikiem jest indeks powierzchni liści LAI, czyli powierzchnia organów asymilacyjnych przypadająca na 1 m² gruntu. Jest on skorelowany z genotypem i z czynnikami agrotechnicznymi, w tym z zagęszczeniem łodyg na jednostce powierzchni. Zależność między LAI a plonem bulw nie jest wprost proporcjonalna, gdyż wielkość LAI wpływa na zacinienie łanu, na warunki przebiegu procesów rozwojowych roślin i asymilację netto. Roztropowicz i Rykaczewska (1982) w modelowym doświadczeniu udowodniły, iż gęste ustawienie wazonów drastycznie ograniczało dostęp światła do środkowych i dolnych pięter roślin, powodując wysoce istotne obniżenie plonu i zawartości skrobi w bulwach w porównaniu z rzadszym ustawieniem wazonów, przy takim samym zaopatrzeniu roślin w składniki pokarmowe i wodę. Jak stwierdzili Scott i Wilcockson (1978) po przekroczeniu pewnej wielkości LAI, około 3, zmiany w ilości pochłanianej energii świetlnej są już stosunkowo niewielkie. W badaniach własnych wykazano, iż wiek fizjologiczny bulw matecznych różnicował wskaźnik powierzchni liści (LAI) w szerokim zakresie od 2,63 do 4,53 (tab. 4 i 8, rys. 3). Jednak wartości optymalne to takie, przy których w procesie fotosyntezy uczestniczy całe listowie (Czerednik, Nalborczyk, 2000). Podobnie jak między LAI a asymilacją netto, tak i zależność między masą części nadziemnej a plonem bulw nie jest proporcjonalna. Dla uzyskania maksymalnego plonu ziemniaka potrzebna jest nie maksymalna lecz optymalna masa części nadziemnej (van der Zaag i van Loon, 1987). W naszych badaniach jej wartość zmieniała się pod wpływem zróżnicowanego wieku fizjologicznego bulw matecznych z 450 do 692 g/roślinę, czyli z 18 do 28 t/ha (tab. 4 i 8, rys. 3). Była związana nie tylko z liczbą łodyg na jednostkę powierzchni i LAI, ale również z wysokością roślin i masą łodyg.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotny wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych różnicowanego sposobem podkielkowania, na wszystkie badane elementy struktury roślin i architektury łanu jedenastu badanych odmian ziemniaka.
2. W wyniku wcześniejszego kiełkowania bulw w środowisku pozaglebowym stwierdzono znaczne, dochodzące do 16 dni, przyspieszenie wschodów i kwitnienia roślin.
3. W efekcie zastosowania bulw matecznych w różnym wieku fizjologicznym stopień zróżnicowania poszczególnych elementów struktury rośliny i architektury łanu po 60 dniach od sadzenia był następujący: liczba łodyg — 26%, masa części nadziemnej — 54%, wskaźnik powierzchni liści LAI — 72%, wysokość roślin — 13%.

LITERATURA

- Anonim. 1998. Catalogue français des variétés. Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre, Paris, pp. 256.
- Bean J. N., Allen E. J. 1980. Effect of physiological age and variety on growth and light interception in the potato. *Potato Res.* 23: 256 — 257.
- Bodlaender K. B. A., Marinus J. 1987. Effect of physiological age on growth of seed potatoes of the cultivars. 3. Effect on potato growth under controlled conditions. *Potato Research* 30: 423 — 440.

- Czerednik A., Nalborczyk E. 2000. Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego (RUE) — nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. *Biul. IHAR* 215: 13 — 22.
- Gabriel W. 1977. Wartość nasienna sadzeniaka. W: *Hodowla i nasiennictwo ziemniaka*. W. Gabriel, K. Świeżyński (red.), PWRiL Warszawa: 397 — 409.
- Gontarczyk M., Aufhammer W. 1993. Wpływ terminu siewu na wzrost, rozwój i plonowanie szarłatu. *Fragm. Agron.* 4: 85 — 86.
- Gójski B. 1993. Wielkość bulw matecznych i gęstość sadzenia jako czynniki plonotwórcze wczesnych odmian ziemniaka. Praca dokt. Wyk. w Inst. Ziemniaka, ONB Jadwisin.
- Harasimowicz-Herman G. 1993. Wpływ zróżnicowanej architektury łanu na elementy struktury plonu i masę resztek pozbiorowych form tradycyjnych i samokończących łubinu żółtego wąskolistnego. *Fragm. Agron.* 4: 181 — 182.
- Hartmans K. J., van Loon C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. Influence of storage period and temperature on sprouting characteristics. *Potato Research* 30: 397 — 409.
- Hay R. K. M., Walker A. J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman, London.
- Ittersum M. K. van 1993. Advancing growth vigour of seed potatoes by storage temperature regimes. *Neth. J. Agr. Sci.* 41: 23 — 36.
- Kozłowska-Ptaszyńska, Noworolnik K. 1993. Zmiany w architekturze i wydajności łanu dwu- i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem terminu siewu. *Fragm. Agron.* 4: 85 — 86.
- Kuś J., Kamińska M. 1993. Struktura plonu i architektura łanu pszenicy ozimej zależnie od zmianowania. *Fragm. Agron.* 4: 27 — 28.
- Loon C. D. van 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. *Potato Research* 30: 441 — 450.
- Łoboda T., Pietkiewicz S. 1993. Fizjologiczne parametry łanu różnych gatunków zbóż ozimych. *Fragm. Agron.* 4: 99 — 100.
- Madec P. 1978. Some effects of the physiological age of the tubers upon sprouting and upon plant development. *Potato Research* 21: 57 — 59.
- Marinus J. 1992. The effect of temperature and light during storage of young seed potatoes on initial plant development at early plantings. *Potato Research* 35: 343 — 354.
- Nalborczyk E., Roszewski R., Wrochma J., Aufhammer W., Goetz H. 1993. Fotosynteza, gromadzenie biomasy i składników pokarmowych w roślinach szarłatu (*Amaranthus cruentus*). *Fragm. Agron.* 4: 145 — 146.
- Noworolnik K., Kozłowska-Ptaszyńska 1993. Wpływ gęstości siewu na architekturę i wydajność łanu dwu- i sześciorzędowych odmian jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 4: 85 — 86.
- Podolska G., Ruszkowski M. 1991. Studia nad modelem łanu pszenicy. Wpływ gęstości siewu na strukturę plonu i architekturę łanu. *Fragm. Agron.* 3: 57 — 72.
- Reust W. 1990. Sur l'importance des caractères physiologique des varietés de pomme de terre pour la conservation de plants, la pregermination et le rendement. *Revue Suisse Agriculture* 22: 51 — 57.
- Reust W., Winiger F. A., Hebels T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Research* 44: 11 — 17.
- Roztropowicz S., Rykaczewska K. 1982. Wpływ różnego stopnia zacielenia roślin ziemniaka w łanie na ich wzrost i plonowanie. *Biul. Inst. Ziemn.* 27: 101 — 109.
- Roztropowicz S., Rykaczewska K. 1987. Wpływ stopnia zacielenia roślin ziemniaka w łanie na działanie azotu. *Biul. Inst. Ziemn.* 35: 35 — 46.
- Roztropowicz S., Zarzyńska K., Szutkowska M. 1988. Wpływ usuwania części kielków z bulwy matecznej na morfologię i plon rośliny ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 37: 39 — 50.
- Rykaczewska K. 1986 a. Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych różnicowanego jesiennym pobudzaniem i wiosennym podkielkowaniem na rozwój i plonowanie wczesnych odmian ziemniaka. *Ziemniak, Kartofiel, The Potato*: 17 — 38.
- Rykaczewska K. 1986b. Wpływ wieku chronologicznego bulw wczesnych odmian ziemniaka na ich wartość biologiczną. *Ziemniak, Kartofiel, The Potato*: 39 — 49.

- Rykaczewska K. 1993. Wiek fizjologiczny bulw matecznych ziemniaka jako czynnik modyfikujący produktywność roślin. *Fragm. Agron.* 2: 5 — 50.
- Rykaczewska K. 1999. Wpływ wieku fizjologicznego bulw matecznych i usuwanie kielków przed sadzeniem na rozwój wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 209: 97 — 110.
- Rykaczewska K. 2000. Wpływ wieku fizjologicznego sadzeniaków na wielkość bulw w plonie wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR*, 215: 265 — 276.
- Scott R. K., Wilcockson S. J. 1978. Application of physiological and agronomic principles to the development of the potato industry. In: *The potato crop*. Chapt. 17: 678 — 704.
- Szutkowska M. 2000. Kształtowanie architektury łanu w technologii uprawy ziemniaków dla przetwórstwa spożywczego *Biul. IHAR* 213:191 — 200.
- Wesołowski M. 1993. Wybrane elementy struktury łanu i plon niektórych odmian pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianie i monokulturze. *Fragm. Agron.* 4: 29 — 30.
- Woźniak A. 1993. Architektura łanu i struktura plonu pszenżyta ozimego uprawianego w dwóch płodozmianach. *Fragm. Agron.* 4: 45 — 46.
- Wurr D. C. E. 1974. Some effects of seed size and spacing on the yield and grading for two maincrop potato varieties. Final yield and its relationship to plant population. *J. Agric. Comb.* 82: 37 — 45.
- Zaag D. E. van der, van Loon C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. *Potato Research* 30: 451 — 472.
- Zarzyńska K., Gruczek T. 2000. Planowanie optymalnego zagęszczenia pędów na jednostce powierzchni na podstawie fizjologicznych cech bulw matecznych w uprawie ziemniaka jadalnego. *Biul. IHAR* 213: 185 — 190.
- Ziółek W. 1993. Plonowanie odmian ziemniaków w zależności od zagęszczenia roślin w łanie. *Fragm. Agron.* 4: 117 — 118.