

RENATA TOBIASZ-SALACH**DOROTA BOBRECKA-JAMRO**Katedra Produkcji Roślinnej, Wydział Biologiczno-Rolniczy
Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów

Wpływ nawożenia azotowego na plon ziarna, zawartość białka i elementy struktury plonu owsa

Effects of nitrogen fertilization on grain yield, protein content and yield components of oats

W latach 1998–2000 przeprowadzono doświadczenia, w których określono wpływ nawożenia azotowego na plon, jego strukturę oraz zawartość białka i azotu w ziarniakach nowych odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Stwierdzono, że odmiany dodatnio reagowały wzrostem na stosowane dawki azotu. Po zastosowaniu maksymalnej dawki azotu $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ odmiany Sławko i Akt uzyskały plony ziarna w wysokości $5,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $3,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wzrastające dawki azotu najsilniej determinowały liczbę kłosek i masę ziarna z wiechy. Liczba ziarniaków z wiechy oraz masa 1000 ziaren nie uległa zmianie pod wpływem zastosowanych dawek nawozów.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, owies nagi, plon, elementy struktury plonu, plon białka

Test trials were carried out in the years 1988–2000 in order to determine the effects of N-fertilization on yield, its composition as well as protein and nitrogen content of grain of new cultivars of both naked and hulled oats. Positive growth responses to doses of nitrogen fertilization were observed. At the highest dose of nitrogen fertilization, of $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, the Sławko and Akt cultivars yielded $5.02 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ and $3.84 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ grain, respectively. The number of spikelets and weight of grains per panicle were mostly affected by the increasing nitrogen fertilization. The weight and number of 1000 grains, however, didn't change with the fertilization increase.

Key words: nitrogen fertilization, naked oats, grain yield, yield components, total protein yield

WSTĘP

W warunkach klimatyczno-glebowych Polski jednym z głównych czynników plono-twórczych jest nawożenie azotowe (Nawrocki i in., 1999; Szukalska-Gołąb, 1992). Zwiększanie jednak wielkości plonów poprzez intensyfikację nawożenia azotem można stymulować tylko do pewnego poziomu, po przekroczeniu którego może nastąpić jego obniżenie (Fotyma, 1988).

W Polsce plony owsa wynoszą około $2,43 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i są one niskie, natomiast potencjał plonotwórczy aktualnych oplewionych odmian osiąga wartość $5\text{--}6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Owies nagoziarnisty plonuje na poziomie 78% wzorca oplewionego.

Celem przeprowadzonych badań jest stwierdzenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na plon ziarna, jego strukturę i skład chemiczny dwóch odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym był owies oplewiony (*Avena sativa*) i nagoziarnisty (*Avena nuda*) pochodzący ze ściśłego doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1998–2000 w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Krasnem k. Rzeszowa należącej do Katedry Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Eksperyment założono metodą losowych bloków z podblokami w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były 4 poziomy nawożenia azotowego

— N_0 — obiekt nienawożony azotem (kontrola)

— N_1 — obiekt nawożony $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,

— N_2 — obiekt nawożony $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,

— N_3 — obiekt nawożony $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$

oraz 2 odmiany owsa (Sławko — forma oplewiona, Akt — forma nieoplewiona).

Badania przeprowadzono na glebie brunatnej, wytworzonej z lessu o składzie mechanicznym utworu gleby średniej, należącej do kompleksu pszennego dobrego, klasy IIIa.

Właściwości chemiczne gleby były następujące:

— zawartość próchnicy wynosiła — 2,1%,

— zawartość fosforu P_2O_5 — $11,4 \text{ mg}/100 \text{ g}$ gleby,

— zawartość potasu K_2O — $18,2 \text{ mg}/100 \text{ g}$ gleby,

— zawartość przyswajalnego magnezu — $8,1 \text{ mg}/100 \text{ g}$ gleby,

— odczyn gleby KCl — 4,9 pH.

W doświadczeniu zastosowano przedsięwzięcie jednolite nawożenie fosforowo-potasowe w dawce P_2O_5 $50 \text{ kg}/\text{ha}$ i K_2O $70 \text{ kg}/\text{ha}$ w formie soli potasowej i superfosfatu.

Azot wysiano w 3 dawkach w formie saletry amonowej, stosownie do zakładanej ilości. Pierwszą dawkę $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zastosowano przed siewem, drugą $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie krzewienia, zaś trzecią $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na początku strzelania w źdźbło. Ziarno owsa w ilości $550 \text{ szt.}/\text{m}^2$ zaprawiono zaprawą nasienną Funaben T i wysiano w każdym roku w pierwszej dekadzie kwietnia. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m^2 .

Zabiegi agrotechniczne nie odbiegały od zasad dotyczących roślin zbożowych. Przedplonem corocznie były ziemniaki.

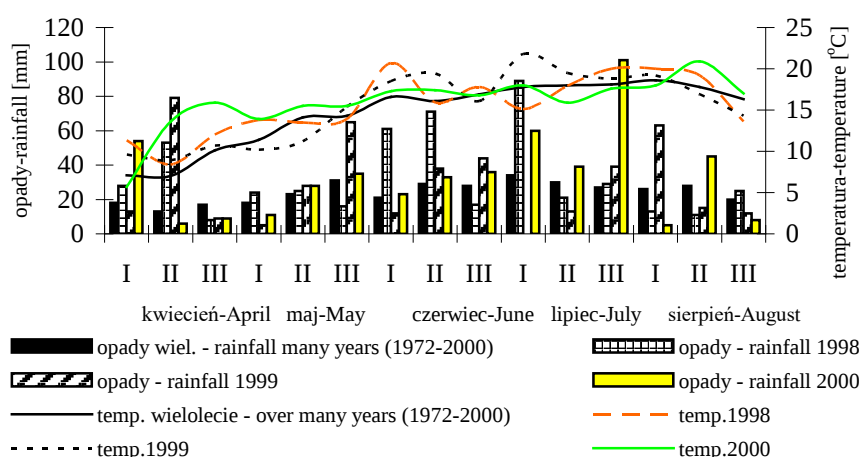
Przed zbiorem z każdego poletka pobrano 10 reprezentatywnych roślin do oznaczenia analizy struktury plonu, określono także liczbę roślin na 1 m^2 . Zbioru roślin dokonano w fazie dojrzałości pełnej, plon i MTN przeliczono przy 15% wilgotności.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji, a różnice graniczne oszacowano według testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$. Reakcja

odmian na zastosowane nawożenie była podobna w latach badań, dlatego wyniki przedstawione są wartościami średnimi z trzech lat badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

Układ warunków pogodowych w latach 1998–2000 był korzystny dla rozwoju owsa. Średnia temperatura powietrza kształtowała się na poziomie średniej wieloletniej (14,6° C) (rys. 1). Notowano wahania temperatury w granicach od 15,5°C w 1998 do 14,8°C w 2000 roku. Opady atmosferyczne w badanym okresie były silnie zróżnicowane. Wyższe od średniej wieloletniej sumy opadów (24,2 mm) wystąpiły w latach 1998 (32,7 mm) i 2000 (32,9 mm). Szczególnie wysokie opady zanotowano w I i II dekadzie czerwca, a także w I dekadzie lipca w 1998 roku, zaś w 2000 roku bardzo mokry był lipiec, w którym opady (200 mm) przekroczyły ponad dwukrotnie średnią z wielolecia (90 mm) (rys. 1).



Rys. 1. Rozkład opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji owsa w latach 1998–2000 w Krasnem k. Rzeszowa w porównaniu z wieloleciem 1972–2000
Fig. 1. Rainfall and air temperatures distribution during vegetative period of oats from 1998 to 2000 in Krasne as compared to the period 1972–2000

Badane odmiany owsa, mimo zróżnicowanych warunków pogodowych w latach badań, reagowały podobnie na nawożenie azotowe. Wraz z wyższymi dawkami nawożenia wzrastał plon ziarna (tab. 1). U odmiany Sławko uzyskano o około 17%, zaś u odmiany nagoziarnistej Akt o 47% wyższy plon przy zastosowaniu nawożenia azotowego w dawce 90 kg·ha⁻¹ w stosunku do kontroli (tab. 1).

Wykazano także wyższy o 23,4% plon ziarna odmiany Sławko w stosunku do odmiany Akt (bez względu na nawożenie). Biorąc jednak pod uwagę zawartość łuski, która wynosiła 26,5% plony badanych odmian były porównywalne (tab. 1).

Tabela 1

**Plon ziarna ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), białka ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i zawartość azotu ($\text{g}\cdot\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ s. m.) u odmian owsa
(średnia za lata 1998–2000)**
**Grain yields ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) total protein yields ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and total nitrogen content ($\text{g}\cdot\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.)
in two oat cultivars (mean for 1998–2000)**

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) I	Odmiana Cultivar II	Plon ziarna owsa Oats yield ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Zawartość białka Protein content s.m. (%)	Plon białka ogółem Total protein yield ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Zawartość azotu ogólnego Total nitrogen content ($\text{g}\cdot\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)
Kontrola Control	Sławko	4,45 3,27*	12,04	544	19,2
	Akt	2,96	13,43	402	21,5
N — 30	Sławko	5,07 3,71*	12,10	626	19,4
	Akt	3,84	13,60	522	21,7
N — 60	Sławko	5,22 3,84*	12,30	646	19,7
	Akt	4,21	13,97	556	22,4
N — 90	Sławko	5,36 3,93*	12,40	671	19,8
	Akt	4,38	14,30	627	22,9
NIR _{I × II} LSD _{I × II}		Nu	Nu	47,2	0,24
Średnia dla nawożenia Mean for fertilization	kontrola control	3,70	12,73	473	20,37
	N — 30	4,45	12,85	574	20,57
	N — 60	4,72	13,13	601	21,03
	N — 90	4,87	13,35	649	21,38
NIR _{p = 0,05} LSD _{p = 0,05}		0,430 0,374*	Nu	56,9	0,293
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	Sławko	5,02 3,69*	12,21	622	19,54
	Akt	3,84	13,82	527	22,13
NIR _{p = 0,05} LSD _{p = 0,05}		0,184 0,163*	0,743	23,6	0,120
Średnia Mean		4,44 3,77*	13,02	574	20,84

* Bez łuski — Hulles

W badaniach i zaleceniach IUNG i IHAR Pawłowska i wsp. (1999) przyjmują maksymalne dawki azotu pod owies w granicach 60–90 kg/ha. Budzyński i wsp. (1999) podają, że owies reaguje zwiększając plonu do dawki 90 kg N/ha, natomiast wyższe dawki powodują jego wyleganie i obniżają plon. Inni autorzy (Hałubowicz-Kliza i in., 1991; Mazurek, 1995; Darwinkel i in., 1995) wskazują na optymalne nawożenie azotowe dla owsa w granicach 70–100 kg/ha. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Fotymę (Fotyma, 1988) optymalna dawka dla owsa wynosi 75 kg, zaś na podstawie innych badań (Mazurek 1993; Mazurek, Grabiński, 1989) dawka ta waha się na poziomie 90–120 kg N·ha⁻¹.

Średnia zawartość azotu ogólnego w ziarnie była istotnie determinowana zróżnicowanym nawożeniem azotowym i wynosiła 20,8 gN·kg⁻¹s. m. (tab. 1). Wzrost dawki azotu

do $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wpłynął istotnie na zwiększenie azotu ogólnego w ziarnie średnio o $0,66 \text{ g N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Przy dawce $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wzrost ten był jeszcze wyższy o 4,95% w stosunku do obiektu kontrolnego. Odmiana Akt charakteryzowała się średnio o 11,7% wyższą zawartością azotu ogólnego w porównaniu do odmiany Sławko (tab. 1).

Związek nawożenia azotowego z zawartością białka w plonie jest powszechnie znany (Wróbel, 1993; Piech i in., 2001; Budzyński, 1999). Badacze zajmujący się tym zagadnieniem są zgodni, że nawożenie azotowe powoduje wzrost poziomu białka w roślinach, istnieją tylko rozbieżności, co do zakresu tego wzrostu. W badaniach własnych zawartość białka ogółem w s.m. bez względu na nawożenie wynosiła 13,02%. Odmiana Akt charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością białka średnio o 1,68% w stosunku do odmiany Sławko. Zastosowane nawożenie azotowe różnicowało zawartość białka u badanych odmian, jednak różnice te nie były statystycznie istotne (tab. 1).

Plon białka ogółem jest wypadkową plonu ziarna i procentowej zawartości azotu ogólnego. W badaniach własnych uzyskane plony białka ogółem były determinowane nawożeniem azotowym tylko do $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 1). Zastosowanie dawki $30 \text{ kg} \cdot \text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało istotny przyrost plonu białka w ziarnie owsa o 21,5% w stosunku do kontroli. Dalszemu wzrostowi poziomu nawożenia z 30 do $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i z 60 do $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ towarzyszył nieistotny przyrost plonu białka (tab. 1).

Pod wpływem nawożenia azotem stwierdzono istotne dodatnie korelacje pomiędzy plonem białka ogółem a plonem ziarna, oraz między plonem białka ogółem a zawartością azotu ogólnego w ziarnie. Wynosiły one odpowiednio $r = 0,937$ i $r = 0,875$.

Odrębnym zagadnieniem jest ilość białka ogółem pozyskiwana z jednostki powierzchni. Istnieje pogląd, że wzrastające nawożenie azotowe powoduje znacznie większy przyrost plonu białka ogółem zbóż niż plonu ziarna. W badaniach własnych plon białka ogółem w ziarnie owsa pod wpływem nawożenia azotem wzrastał szybciej niż plon ziarna. Średni przyrost plonu białka ogółem po zastosowaniu $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wynosił 37,2%, zaś plonu ziarna o 31,4%. Ilość białka z jednostki powierzchni była silniej determinowana wielkością plonu ziarna niż zawartością białka w ziarnie (tab. 1).

Badane odmiany na wzrost dawek azotu reagowały zwiększeniem liczby kłosków i masy ziarna z wiechy (tab. 2). Przy zastosowaniu $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono wzrost liczby kłosków z wiechy o 4,8%, zaś dalszy wzrost nawożenia powodował istotny spadek tej cechy o 5,4% w stosunku do kontroli (tab. 2). Podobną zależność wykazał Wróbel (1989), który w swoich badaniach stwierdził, iż wzrost dawek azotu powyżej $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nie różnicuje istotnie liczby ziaren w wieszce ani masy 1000 nasion. Według Kozłowskiej-Ptaszyńskiej (2000) wzrastające dawki azotu wpływają ujemnie na masę i liczbę kłosków z wiechy. W badaniach własnych masa ziarna z wiechy była najwyższa przy zastosowaniu $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (1,71 g). Zwiększenie nawożenia z 60 do $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało jej wzrost o 10,3%, co potwierdzono statystycznie (tab. 2).

Masa 1000 ziaren u badanych odmian nie zmieniała się istotnie pod wpływem wzrastających dawek nawożenia (tab. 2). Podobną zależność w swoich badaniach wykazali Wróbel (1989, 1993), Kozłowska-Ptaszyńska (2000), Piech i wsp. (2002) oraz Pawłowska i wsp. (1999).

Table 2

Wpływ nawożenia azotem na cechy struktury plonu odmian owsa (1998–2000)
Influence of nitrogen fertilization on yield structure of oats cultivars (1998–2000)

Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization I	Odmiana Cultivar II	Liczba wiech na 1 m ² Number of panicles per 1 m ²	Liczba kłosków z wiechy Number of spikelets per panicle	Liczba ziaren z wiechy Number of grains per panicle	Masa ziarna z wiechy Weight of grain per panicle (g)	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)
Kontrola Control	Sławko	353,0	24,8	43,1	1,5	27,7*
	Akt	329,7	22,3	43,4	1,5	27,9
N — 30	Sławko	337,6	23,0	41,7	1,6	25,8*
	Akt	341,6	23,8	44,2	1,3	28,6
N — 60	Sławko	375,9	22,7	39,6	1,7	30,8*
	Akt	342,0	26,7	46,1	1,4	28,7
N — 90	Sławko	355,7	23,4	45,4	1,7	26,5*
	Akt	352,2	23,4	43,9	1,6	27,6
NIR _{I × II} LSD _{I × II}		r n	0,893	r n	0,193	r n
Średnia dla nawożenia Mean for fertilization	kontrola control	341,3	23,5	43,23	1,5	27,8
	N — 30	339,6	23,4	42,96	1,5	27,3
	N — 60	358,9	24,7	42,84	1,5	29,8
	N — 90	353,9	23,4	44,71	1,7	26,9
NIR _{p=0,05} LSD _{p=0,05}		r n	0,977	r n	0,172	r n
Średnia dla odmiany Mean for cultivar	Sławko	355,5	23,5	42,48	1,6	27,6*
	Akt	341,4	24,1	44,40	1,5	28,1
NIR _{p = 0,05} LSD _{p = 0,05}		r n	r n	r n	0,89	r n
Średnia Mean		348,4	23,8	43,4	1,5	27,9

* Bez łuski — Hulled

WNIOSKI

1. Badane odmiany owsa charakteryzowały się zróżnicowaną reakcją na nawożenie azotowe. Zwiększenie dawki azotu do 90 kg ha⁻¹ powodowało zwiększenie plonów ziarna u odmiany Sławko o 17%, a u odmiany Akt (forma nagoziarnista) o 47% w stosunku do kontroli.
2. Plon białka ogółem w ziarnie owsa z jednostki powierzchni wzrastał szybciej niż plon ziarna i osiągnął maksymalne wielkości dla plonu ziarna po zastosowaniu dawki 90 kg N·ha⁻¹.
3. Wzrastające dawki azotu najsilniej determinowały liczbę kłosków z wiechy oraz masę ziarna z wiechy. Liczba ziarniaków z wiechy oraz MTZ nie uległa większej zmianie pod wpływem zastosowanych dawek azotu.

LITERATURA

- Budzyński W. 1999. Reakcja odmian owsa na czynniki agrotechniczne, przegląd wyników badań krajowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Supl. 1* (18): 11 — 25.
- Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1999. Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Supl. 1* (18): 97 — 103.
- Darwinkel A., Rops A, Wijnholds K. 1995. Nitrogen, seed rate and growth regulation in oats. *Proefst. voor Akker. En. Groent. 188*: 4 — 52.
- Fotyma E. 1988. Reakcja roślin uprawnych na nawożenie azotem. Cz. I. Zboża. *Pam. Puł. 93*: 37 — 59.
- Hołubowicz-Kliza G., Wierzbicka-Kukułowa A., Król M. 1991. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie kilku odmian owsa na glebach kompleksów żytnich i zbożowo-pastewnych. W: *Niektóre zagadnienia technologii uprawy owsa. IUNG Puławy R* (275): 35 — 50.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J. 2000. Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. *Biul. IHAR 215*: 239 — 243.
- Mazurek J. 1993. *Biologia i agrotechnika owsa. IUNG, Puławy.*
- Mazurek J. Grabiński J. 1989. Produkcyjne wykorzystanie nawożenia azotem i plonowanie odmian zbóż jarych. *Biul. IHAR 171/172*: 273 — 276.
- Nawrocki S. Mazurek J. Król M. 1999. Produkcja zbóż na cele paszowe” *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 305*: 101 — 118.
- Pawłowska J, Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1999. Charakterystyka i technologia uprawy odmian owsa. *IUNG, IHAR, COBORU, Puławy, Radzików, Słupia Wielka.*
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 2001. Reakcja owsa nieoplewionego i oplewionego na nawożenie azotem. *Biul. IHAR 217*: 111 — 119.
- Szukalska-Gołąb W. 1992. Możliwości zwiększania zawartości plonów białka zbóż. *Post. Nauk Roln. 2*: 57 — 67.
- Wróbel E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość białka ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych na paszę. *Acta Academiae Agriculture ac Technicae Olstenensis 58*: 4 — 47.
- Wróbel E. 1989. Reakcja odmian owsa na poziom i termin stosowania azotu. *Acta Academiae Agriculture ac Technicae Olstenensis 49*: 119 — 125.