

## WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA WYSOKOŚĆ I JAKOŚĆ PŁONU NAGOZIARNISTEJ ODMIANY JĘCZMIENIA JAREGO

MAREK LISZEWSKI<sup>1</sup>, JÓZEF BŁĄŻEWICZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
50-363 Wrocław, Plac Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław*

<sup>2</sup>*Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,  
ul. J. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław*

**Synopsis.** Celem badań było ustalenie optymalnej dawki nawożenia azotem i sposobu jej aplikacji dla nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego Gawrosz, uprawianej na glebie kompleksu pszennego dobrego. W latach 2013–2015 założono ściśle doświadczenie polowe metodą losowanych bloków, z uwzględnieniem czynnika nawozowego w postaci 7 dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 25, 50, 75 (50+25), 100 (50+50), 100 (75+25), 125 (100+25). Nawożenie azotem zostało wykonane przedsięwzięcie i pogłównie (dawki dzielone) w fazie 2 kolanka (BBCH 32). Czynnikiem najsilniej decydującym o plonie ziarna i jego cechach jakościowych był przebieg pogody. Nawożenie azotem w dawkach: 25, 50, 75 ( $50+25$ )  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  powodowało istotne przyrosty plonu ziarna, w porównaniu z obiektem kontrolnym. W latach niesprzyjających krzewieniu się jęczmienia stwierdzono wzrost plonowania przy dawce 100 ( $50+50$ )  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Plon ziarna determinowany był obsadą kłosów, a wpływ dawek nawożenia azotem na liczbę i masę ziarna z kłosa okazał się nieistotny. Nie stwierdzono różnicującego wpływu nawożenia azotem na masę 1000 ziaren oraz celność ziarna. Podział dawek azotu powyżej 50  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  korzystnie wpływał na zawartość białka ogółem w ziarnie. Produkcyjność netto 1  $\text{kg}$  azotu malała w zakresie dawek od 25 do 125  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , przy czym podział dawek nie miał wpływu na tę zależność. Ze względu na poziom plonowania odmiany nagoziarnistej, w warunkach glebowych kompleksu pszennego dobrego zaleca się stosować dawkę nie wyższą niż 75  $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W celu zwiększenia zawartości białka w ziarnie wskazany jest podział tej dawki na dwie części ( $50+25$ ) i uzupełnienie nawożenia azotem w fazie strzelania w źdźbło.

**Słowa kluczowe:** jęczmień jary, odmiana nagoziarnista, plon ziarna, cechy jakości

### WSTĘP

Określone uwarunkowania genetyczne odmiany nagoziarnistej jęczmienia jarego pozwalają przypuszczać, że ma ona inne wymagania nawozowe w porównaniu do oplewionych odmian hodowlanych. Mimo zalet odmiany nagoziarnistej, zwłaszcza w żywieniu zwierząt i przemyśle spożywczym, szersze wprowadzenie do uprawy tej odmiany ogranicza niższy potencjał plonowania, jak również duża podatność na wyleganie [Błazewicz i Liszewski 2003, Gil i in. 2011, Liszewski 2008, Spychaj i in. 2002]. Azot, ze wszystkich składników pokarmowych, najsilniej wpływa na wzrost i plonowanie roślin. Wielkość dawki azotu i sposób aplikacji istotnie wpływają także na zawartość i jakość białka w ziarnie. Prawidłowy podział całkowitej dawki azotu pozwala na dostarczenie roślinom azotu, w zależności od ich potrzeb i korzystnie wpływa na cechy ilościowe oraz jakościowe plonu. Stosując wysokie dawki tego składnika można uzyskać do pewnego stopnia wyższy plon ziarna, ale azot może wpływać niekorzystnie na przydatność

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: marek.liszewski@up.wroc.pl

słodowniczą ziarna [Błażewicz i Liszewski 2003, Liszewski i in. 2012]. Wraz ze zwiększającym się nawożeniem azotem wzrasta zawartość białka w suchej masie, lecz jednocześnie zmniejsza się wyrównanie ziarna [Krajewski i in. 2013a, Petersen 2007]. Wzrasta także ryzyko wylegania jęczmienia [Liszewski 2008].

Ziarno nagoziarnistych odmian jęczmienia traktowane jest często jako bogate źródło cennych  $\beta$ -glukanów i arabinoksylianów [Bhatty 1999, Izydorczyk i Dexter 2008], jako surowiec niesłodowany w piwowarstwie [Zembold i Błażewicz 2006, Zembold-Guła i in. 2008] lub cenny surowiec w technologii pozyskiwania koncentratów słodowych [Błażewicz i in. 2013, Szwed i in. 2014].

Celem badań było ustalenie optymalnej dawki nawożenia azotem i sposobu jej aplikacji dla nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego Gawrosz, uprawianej na glebie kompleksu pszennego dobrego.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2013–2015 w Pawłowicach (51°34' N, 17°12' E) na polach należących do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ścisłe doświadczenie polowe założono metodą losowanych bloków z uwzględnieniem czynnika nawozowego w postaci 7 dawek azotu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 25, 50, 75 (50 +25), 100 (50 + 50), 100 (75 + 25), 125 (100 + 25). Nawożenie azotem zostało wykonane przedsięwzięcie i pogłównie w formie dawek dzielonych, w fazie 2 kolanka (BBCH 32). Badaną odmianą była odmiana jęczmienia nagiego Gawrosz (SHR Strzelce).

Doświadczenie założono na glebie brunatnej, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej – IIIb. Odczyn gleby (pH w KCl) był lekko kwaśny (6,3 w 2013 r., 5,7 w 2014 i 5,6 w 2015). Gleba charakteryzowała się wysoką zawartością fosforu (17,7 w 2013, 18,0 w 2014 i 17,3  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  gleby w 2015 r.) oraz niską (14,8  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  gleby w 2013 r.), bądź średnią (16,0 w 2014 i 18,5  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  gleby w 2015 r.) zawartością potasu. Zasobność gleby w magnez była średnia w roku 2013, wysoka w 2014 oraz bardzo wysoka w 2015 (odpowiednio: 6,9, 7,9 i 12,3  $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$  gleby).

Wiosną każdego roku pobierano próbki glebowe z profilu 0–60 cm, w celu oznaczenia zawartości mineralnych form N. W roku 2015 zawartość azotu mineralnego w glebie była najwyższa (104,36  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i przekraczała zasobności gleby w ten składnik pokarmowy, w pozostałych latach (2014 i 2013), odpowiednio o: 3,26 i 45,56  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Jęczmień uprawiano zgodnie z zasadami agrotechniki. Uprawa roli obejmowała podorywkę po zbiorze rzepaku, orkę przedzimową oraz wiosną przygotowanie gleby do siewu jęczmienia, za pomocą agregatu uprawowego. Azot stosowano w formie 34% saletry amonowej, według schematu doświadczenia. Nawożenie fosforem w dawce 40  $\text{kg}\text{ P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$  (w formie superfosfatu potrójnego) i 70  $\text{kg}\text{ K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$  (w formie soli potasowej) zastosowano przed siewem doświadczenia. Jęczmień wysiano w stanowisku po rzepaku ozimym w następujących terminach: 22.04.2013 r., 21.03.2014 r. oraz 24.03.2015 r., w ilości 300 sztuk $\cdot\text{m}^{-2}$ , przy rozstawie rzędów 12,5 cm. Ziarno przed siewem zaprawiano preparatem Lamardor 400 FS (protiokonazol i tebukonazol) w ilości 20  $\text{ml}\cdot 100\text{ kg}^{-1}$ . Chwasty zwalczano w fazie krzewienia (BBCH 22) stosując Sekator 125 OD (jodosulfuron metylosodowy i amidosulfuron) w dawce 150  $\text{ml}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W celu ochrony plantacji przed chorobami zastosowano fungicydy Aviator Xpro 225 EC (protiokonazol i biksofen) w dawce 0,8  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$  (BBCH 32 – 2013 r. i BBCH 31 – 2014 r.) i Fandango 200 EC (protiokonazol i fluoksastrobina) w dawce 1,0  $\text{dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$  (BBCH 32 – 2015). Zabieg powtórzono, w tych samych dawkach: Fandango 200 EC (BBCH 51 – 2013 r. i BBCH 33 – 2014 r.)

oraz Aviator Xpro 225 EC (BBCH 33 – 2015 r.). Do ochrony przed szkodnikami zastosowano opryski insektycydami w fazie kłoszenia (BBCH 51 – 2013 i 2014) preparatem Decis 2,5 EC (s.a. – deltametryna, dawka –  $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) i Karate Zeon 050 EC (s.a. – lambda-cyhalotryna, dawka –  $0,2 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w roku 2015 (BBCH 32). W latach 2014 i 2015 w fazie 3 kolanka (BBCH 33) stosowano retardant Cerone 480 SL (s.a. – etefon, dawka –  $1 \text{ dm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Zbiór jęczmienia przeprowadzono w fazie dojrzałości pełnej (BBCH 89) przy użyciu kombajnu poletkowego.

Podczas wegetacji prowadzone szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju jęczmienia. Przed zbiorem z każdego poletka z powierzchni  $0,25 \text{ m}^2$  pobrano próbki roślin, w celu określenia obsady kłosów produktywnych, masy i liczby ziarniaków w kłosie. Po zbiorze określono plon ziarna z poletka. W próbach ziarna oznaczono parametry jakościowe: celność ziarna przy użyciu urządzenia Sortimat, masę 1000 ziaren oraz zawartość białka ogółem za pomocą urządzenia Infratec 1241 Grain Analyzer firmy Foss.

Do opisu wpływu warunków atmosferycznych na rozwój jęczmienia posłużono się współczynnikiem hydrotermicznym Sielianiowa  $K = P / (0,1 \times T)$ , gdzie P – suma opadów w poszczególnych miesiącach, T – suma średnich dobowych temperatur.

Na podstawie uzyskanych plonów ziarna oraz stosowanych dawek azotu określono efektywność nawożenia netto  $1 \text{ kg N}$ , wyrażaną w  $\text{kg}$  ziarna [Krajewski i in. 2013a]. Efektywność netto określono jako iloraz różnicy plonów ziarna wynikający z zastosowania danej dawki azotu oraz plonów bez nawożenia (kontrola) przez tę dawkę.

Obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu STATISTICA 9.0 (StatSoft). Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Istotność różnic pomiędzy średnimi określono testem t-Studenta.

W 2013 r. zima trwała do pierwszej dekady kwietnia i dopiero w drugiej dekadzie średnie dobowe temperatury przekroczyły  $5,0^\circ\text{C}$ . Z tych względów siew jęczmienia nastąpił dopiero w trzeciej dekadzie kwietnia, jednak wschody przypadły na okres bardzo silnego uwilgotnienia gleby, dlatego ich przebieg był szybki i zadowalający (91,9%). W pozostałych latach badań warunki pogodowe pozwoliły na siew jęczmienia w optymalnych terminach. W 2014 r. wschody jęczmienia były wyrównane i pełne (100%), ze względu na sprzyjając w warunki pogodowe w tym okresie. Natomiast w związku z suszą panującą w kwietniu 2015 roku wschody jęczmienia trwały długo (21 dni) i były stosunkowo słabe (74%). W 2013 r. przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VI) nie sprzyjał wegetacji jęczmienia, z uwagi na wysokie opady, przekraczające sumę z wielolecia od 165 (V) do 189% (VI) (tab. 1). Powodowało to zakłócenia stosunków powietrzno-wodnych w glebie i gorsze krzewienie się jęczmienia [Słaboński 1985]. W sezonie 2014 początkowy rozwój jęczmienia przebiegał w sprzyjających warunkach pogodowych (IV), co skutkowało dobrym rozkrzewieniem się jęczmienia. Liszewski i in. [2012] potwierdzają, że krzewieniu jęczmienia sprzyjają temperatury nie przekraczające  $18^\circ\text{C}$  i umiarkowane opady. W sezonie 2015, po kwietniowej suszy ( $K = 0,59$ ) w maju utrzymywały się niedobory opadów ( $K = 0,50$ ). Przebieg pogody w kolejnych miesiącach wegetacji (V–VII) sezonu 2014, sprzyjał wegetacji jęczmienia z uwagi na optymalne temperatury powietrza i wysokie opady. Nadmiar opadów wystąpił szczególnie w kwietniu i maju przekraczając sumy z wielolecia, odpowiednio o 81,0 i 97,6%, przy czym rozkład opadów był równomierny w poszczególnych dekadach. Warunki te były korzystne dla rozwoju wegetatywnego jęczmienia, o czym donosi wielu autorów [Liszewski 2008, Liszewski i in. 2012, Pecio 2002]. Optymalne warunki pogodowe w fazie strzelania w źdźbło jęczmienia pozwalają na wytworzenie maksymalnej powierzchni asymilacyjnej, która stwarza możliwość osiągnięcia wysokich plonów [Liszewski 2008, Liszewski i in. 2011]. W 2015 r. poprawa uwilgotnienia gleby nastąpiła dopiero w czerwcu, podczas kłoszenia się jęczmienia i wypełniania ziarna. Wysokie temperatury lipca i niskie sumy opadów przyczyniły się do skrócenia okresu wypełniania i dojrzewania

Tabela 1. Warunki meteorologiczne oraz współczynniki Sielianinowa w latach 2013–2015 (wg stacji meteorologicznej w Pawłowicach k. Wrocławia)

Table 1. Weather conditions and Sielianinow coefficient in 2013–2015 (for the Meteorological Station Pawłowice near Wrocław)

Miesiąc Month	Temperatura Temperature (°C)				Opady Rainfalls (mm)				Współczynnik Sielianinowa (K) Sielianinow coefficient (K)		
	2013	2014	2015	1981– 2010	2013	2014	2015	1981– 2010	2013	2014	2015
III	-0,9	7,0	5,3	3,8	43,0	40,1	39,5	31,7	–*	1,89	2,36
IV	9,2	10,6	8,0	8,9	42,7	55,2	15,8	30,5	1,57	2,05	0,59
V	14,6	13,3	13,5	14,4	135,9	101,4	21,0	51,3	3,00	2,48	0,50
VI	17,7	16,5	16,6	17,1	171,7	40,2	73,3	59,5	3,24	0,81	1,46
VII	20,5	21,2	20,3	19,3	36,3	52,9	55,6	78,9	0,57	0,80	0,89
VIII	19,0	17,3	22,7	18,3	68,2	75,0	5,6	61,7	1,16	1,40	0,08
Średnia/Suma Mean/Sum (III–VIII)	13,5	14,3	14,6	13,6	497,8	364,8	210,8	313,6	–	–	–

\*Średnia miesięczna temperatura marca – mean of temperature for March: -0,86

ziarna oraz szybszego zakończenia wegetacji w sezonie 2013 (po 99 dniach). Pecio [2002] twierdzi, że w okresie po wykłoszeniu słoneczna i ciepła pogoda stwarza warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy i dobrego wypełniania ziarna. Natomiast niedobór opadów w tym okresie, wpływa na jakość ziarna, powodując wzrost zawartości białka [Liszewski i in. 2011, 2012]. Słoneczny i dość suchy lipiec sprzyjał dojrzewaniu ziarna w 2014 r. Dopiero obfite opady burzowe w 3 dekadzie lipca i na początku sierpnia tego roku opóźniły zbiór o 7 dni. Zastosowanie retardanta w sezonie 2014 uchroniło mocno rozkrzewione rośliny przed wyleganiem. Okres wegetacji był długi, a rośliny osiągnęły dojrzałość pełną po 133 dniach. Ciepły i suchy lipiec 2015 r. sprzyjał dojrzewaniu jęczmienia. Stosunkowo słabo rozkrzewiony jęczmień o ograniczonej wysokości, także ze względu na zastosowanie retardanta, nie wyległ. Okres wegetacji jęczmienia w 2015 r. wyniósł 128 dni.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Czynnik nawozowy istotnie różnicował liczbę kłosów na 1 m<sup>2</sup>. Nawożenie azotem w dawce 75 (50+25) kg·ha<sup>-1</sup> przyczyniło się do intensywnego wzrostu obsady kłosów na jednostce powierzchni o 28,5%, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Dalszy wzrost nawożenia N przyczynił się do dalszego rozkrzewienia jęczmienia, ale różnice były już nieistotne (tab. 2). O silnym wpływie niskich i średnich dawek N na wzrost liczby kłosów na jednostce powierzchni donosi wielu autorów [Krajewski i in. 2013a, Liszewski i in. 2011, 2012]. W badaniach Krajewskiego i in. [2013a] nagoziarnista odmiana Rastik istotnie zwiększała liczbę kłosów produkcyjnych do dawki 90 kg N·ha<sup>-1</sup>. Liszewski [2008] ustalił, że odmiana Rastik uprawiana na glebie kompleksu pszennego dobrze reagowała istotnym (o 18,0% w porównaniu do obiektu bez nawożenia N)

Tabela 2. Cechy struktury plonu jęczmienia jarego (średnie z lat 2013–2015)  
 Table 2. Characteristics of the yield components of spring barley (means of 2013–2015)

Wyszczególnienie Specification		Liczba kłosów z 1 m <sup>2</sup> Number of ears per m <sup>2</sup>	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	Masa ziarna z kłosa (g) Weight of grains per ear (g)
Nawożenie N Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	0	470	20	0,99
	25	529	20	0,99
	50	557	21	1,01
	75 (50+25)	604	21	1,04
	100 (50+50)	638	21	1,03
	100 (75+25)	613	20	1,01
	125 (100+25)	665	19	1,01
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>		80	r.n.	r.n.
Lata Years	2013	490	19	0,88
	2014	739	21	1,07
	2015	519	21	1,09
NIR <sub>0,05</sub> –LSD <sub>0,05</sub>		52	1	0,07

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

wzrostem liczby kłosów, na skutek nawożenia dawką 50 kg N·ha<sup>-1</sup>. Dalszy wzrost dawki N nie miał już wpływu na krzewienie produkcyjne.

W prowadzonych badaniach stwierdzono, że nawożenie azotem nie różnicowało w sposób istotny liczby i masy ziarna z kłosa. Natomiast cechy te były różnicowane latami badań. Istotnie najniższą liczbę oraz masę ziarna z kłosa stwierdzono dla sezonu 2013 (tab. 2). We wcześniejszych badaniach Liszewski i in. [2011, 2012] także podkreślali znaczący wpływ pogody w sezonie wegetacyjnym na elementy struktury plonu, przy niewielkim oddziaływaniu nawożenia azotem na liczbę i masę ziaren z kłosa.

Wyniki badań wielu autorów [Błażewicz i Liszewski 2003, Liszewski i in. 2008, 2012] potwierdzają istotny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna jęczmienia, spowodowany głównie wzrostem liczby kłosów na jednostce powierzchni. W badaniach każdorazowy wzrost dawki N w przedziale od 0 do 75 (50+25) kg·ha<sup>-1</sup> powodował istotny przyrost plonu ziarna (tab. 3). Dalsze zwiększenie nawożenia nie miało istotnego wpływu na poziom plonowania tej odmiany. Stwierdzono współdziałanie czynnika nawozowego z latami badań. W 2014 roku plony po zastosowaniu nawożenia azotem w zakresie dawek od 0 do 100 (50+50) kg·ha<sup>-1</sup> były istotnie wyższe niż w pozostałych latach badań. W 2013 r., prawdopodobnie z uwagi na słabsze rozkrzewienie, jęczmień reagował wzrostem plonu pod wpływem zwiększenia dawki N nawet do 100 (50+50) kg·ha<sup>-1</sup>. Silniejsza reakcja jęczmienia na wzrost dawek mogła być także spowodowana stosunkowo niską zawartością azotu mineralnego w glebie. W badaniach Liszewskiego [2008] nad jęczmieniem jarym odmiany nagoziarnistej Rastik, stwierdzono istotny przyrost plonu ziarna po zastosowaniu dawek 25, 50 i 100 (75+25) kg·ha<sup>-1</sup>. Najwyższy plon ziarna przy nawożeniu dawką 100 (75+25) kg·ha<sup>-1</sup>, tj. 5,03 t·ha<sup>-1</sup>, w tych badaniach był wyższy o 27,0%, w porównaniu z obiektem kontrolnym (3,96 t·ha<sup>-1</sup>) [Liszewski 2008]. Według Krajewskiego i in. [2013a]

Tabela 3. Plony ziarna jęczmienia jarego (t·ha<sup>-1</sup>)  
Table 3. Grain yields of spring barley (t·ha<sup>-1</sup>)

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	2013	2014	2015	Średnia Mean
0	1,62	6,70	6,26	4,86
25	2,79	7,17	6,54	5,50
50	3,42	7,44	6,76	5,88
75 (50+25)	3,90	7,71	6,95	6,19
100 (50+50)	4,23	7,64	7,23	6,37
100 (75+25)	3,99	7,37	6,91	6,09
125 (100+25)	4,54	7,32	7,23	6,36
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	0,65	0,29	0,38	0,31
Lata – Years	3,50	7,34	6,84	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> : lata – years – 0,20; nawożenie x lata – fertilization x years – 0,53				

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

u nagoziarnistej odmiany Rastik stwierdzono istotną reakcję w plonie ziarna wraz ze zwiększaniem dawki do 60 kg N·ha<sup>-1</sup>. W badaniach Noworolnika i in. [2004] odmiana Rastik reagowała istotnie wzrostem plonu pod wpływem nawożenia do 30 kg N·ha<sup>-1</sup>, z tendencją do dalszego wzrostu przy wyższych dawkach azotu. Autorzy ponadto uzyskali na glebie kompleksu pszenego dobrego przyrost plonu ziarna od 3,93 do 4,57 t·ha<sup>-1</sup>, w zakresie dawek 0–90 kg N·ha<sup>-1</sup>.

W badaniach Krajewskiego i in. [2013a] nagoziarnista odmiana Rastik nie reagowała na wzrastające nawożenie azotem (0–120 kg N·ha<sup>-1</sup>) istotnym spadkiem masy 1000 ziaren. Liszewski [2008] stwierdza, że wraz z intensyfikacją uprawy, w tym wzrostem dawki N do 100 (50+50) kg·ha<sup>-1</sup>, masa 1000 ziaren istotnie zmalała w porównaniu z technologią standardową (50 kg N·ha<sup>-1</sup>). W przeprowadzonych badaniach z odmiana nagoziarnistą Gawrosz nie wykazało wpływu wzrastających dawek azotu na masę 1000 ziaren (tab. 4).

Błażewicz i Liszewski [2003] badając wpływ nawożenia azotem na celność ziarna (ziarno o grubości >2,5 mm) odmiany Rastik, wykazali że wartość tej cechy znacząco zmieniała się w miarę wzrostu dawek, osiągając wartości w zakresie od 74 do 75% po zastosowaniu niskich, niedzielonych dawek azotu (25 i 50 kg N·ha<sup>-1</sup>) oraz od 63 do 67% po zastosowaniu większych, dzielonych dawek azotu: 75 (50+25), 100 (50+50), 100 (75+25), 125 (100+25). W badaniach nad odmianą Gawrosz ustalono brak istotności we wpływie nawożenia azotem na tę cechę, a wartości celności ziarna mieściły się średnio od 62,2 do 64,7% (tab. 4). Najlepszym wyrównaniem (frakcja >2,5 mm) oraz masą 1000 ziaren charakteryzowało się ziarno z sezonu 2015 (80,1% i 51,4 g).

Według Krajewskiego i in. [2013b] najmniej białka ogółem zawierało ziarno jęczmienia nagiego uzyskane z obiektu kontrolnego. Wzrost zawartości białka w ziarnie następował do najwyższej dawki azotu wynoszącej 120 kg N·ha<sup>-1</sup>. Najkorzystniej na zawartość tego składnika

Tabela 4. Wpływ nawożenia azotem na wybrane cechy ziarna jęczmienia jarego  
 Table 4. The effect of nitrogen fertilization on selected features of spring barley grain

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N/ha <sup>-1</sup> )	Celność ziarna – Grain filling (>2,5mm) (%)				Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)				Białko – Protein (g·kg s.m. – DM)			
	2013	2014	2015	Średnia Mean	2013	2014	2015	Średnia Mean	2013	2014	2015	Średnia Mean
0	31,8	75,7	79,2	62,2	45,1	46,0	51,7	47,6	117	114	131	120
25	32,1	77,9	79,9	63,3	46,5	47,8	51,7	48,7	115	121	135	124
50	32,4	79,3	82,3	64,7	45,9	47,5	51,8	48,4	111	125	140	125
75 (50+25)	34,5	78,7	80,9	64,7	48,2	48,0	50,9	49,0	117	130	148	131
100 (50+50)	34,9	78,9	78,5	64,1	47,1	47,4	50,9	48,5	124	132	151	136
100 (75+25)	33,5	79,7	80,9	64,7	47,7	47,1	50,8	48,5	119	137	154	137
125 (100+25)	35,1	80,1	78,8	64,6	45,5	48,2	52,3	48,7	128	140	157	141
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	5	4	6	3
Lata – Years	33,5	78,6	80,1	–	46,6	47,4	51,4	–	119	128	145	–
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>	1,3	–	–	–	1,2	–	–	–	12	–	–	–

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

w ziarnie wpływało nawożenie azotem stosowane w tej dawce w trzech terminach (60+30+30), gdzie uzupełniającą dawkę azotu zastosowano bezpośrednio przed kłoszeniem. Nawożenie azotem nie różnicowało istotnie zawartości białka ogółem w ziarnie w latach badań, jednak zarysowała się tendencja lepszego wykorzystania azotu z nawozów w roku mokrym niż suchym [Krajewski i in. 2013b]. Liszewski [2008] we wcześniejszych badaniach nad jęczmieniem jarym także podkreśla, że mały wzrost zawartości białka w ziarnie pod wpływem nawożenia azotem w latach o niedoborze opadów może wynikać ze słabego w takich warunkach wykorzystania azotu. W badaniach nad nagoziarnistą odmianą Rastik uzyskano istotny przyrost zawartości białka ogółem, w porównaniu z obiektem kontrolnym, dla dawki 75 (50+25) N·ha<sup>-1</sup>. Noworolnik i in. [2004] stwierdzili wzrost zawartości białka w ziarnie od 115 do 144 g·kg, w zakresie dawek N od 0 do 90 kg·ha<sup>-1</sup>, uprawiając jęczmień (odmiana Rastik) na glebie kompleksu pszenego dobrego. W badaniach własnych uzyskano, w zakresie dawek od 0 do 125 kg N·ha<sup>-1</sup> przyrost zawartości białka od 120 do 141 g·kg (tab. 4). Wykazano istotny wpływ zarówno niskich dawek N, jak i dzielonych na zwiększenie zawartości białka w ziarnie. Najwyższą zawartość tego składnika ustalono dla dawki 125 (100+25) kg N·ha<sup>-1</sup>, stosując uzupełniającą ilość azotu w fazie strzelania w źdźbło. Deficyt opadów i wysokie temperatury w lipcu 2014 i 2015 (odpowiednio: K=0,80 i K=89), w okresie wypełniania i dojrzewania ziarna mogły przyczynić się do wzrostu zawartości białka w ziarnie, zwłaszcza w 2015 r. (średnio: 145 g·kg). W latach tych ustalono także najwyższe zasobności gleby w N<sub>min</sub>.

Najwyższą produktywnością netto 1 kg N wyrażoną w kg ziarna odmiany Gawrosz uzyskano dla najmniejszej dawki azotu (25 kg N·ha<sup>-1</sup>) – 25,6 kg (tab. 5). Przy wyższych dawkach produktywność azotu obniżała się, jednak nadal relatywnie była wysoka. Podobne zależności ustalił Liszewski [2008] we wcześniejszych badaniach nad nagoziarnistą odmianą Rastik, przy tym samym zakresie i podziale dawek. Jednak wielkość produktywności azotu w latach badań 2001–2002 była niższa, prawdopodobnie z uwagi na mniej sprzyjające plonowaniu warunki atmosferyczne [Liszewski 2008]. Również inni autorzy [Krajewski i in. 2013a, Noworolnik i in. 2004] uzyskali najwyższą produktywność netto 1 kg azotu dla odmiany Rastik przy nawożeniu najniższą dawką 30 kg N·ha<sup>-1</sup>.

Wysokość plonu w największym stopniu zależała od sezonu wegetacyjnego. Przebieg pogody w 2014 i 2015 r. należy uznać za szczególnie korzystny dla rozwoju jęczmienia jarego.

Tabela 5. Produkcyjność netto 1 kg N wyrażona w kg ziarna jęczmienia jarego  
Table 5. Productivity of 1 kg N expressed in kg barley grain

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	2013	2014	2015	Średnia Mean
0	–	–	–	–
25	46,8	18,8	11,2	25,6
50	36,0	14,8	10,0	20,4
75 (50+25)	30,4	13,5	9,2	17,7
100 (50+50)	26,1	9,4	9,7	15,1
100 (75+25)	23,7	6,7	6,5	12,3
125 (100+25)	23,4	5,0	7,8	12,0



Wysoki plon ziarna w 2014 r. zależał przede wszystkim od istotnie najwyższej liczby kłosów na jednostce powierzchni (739 szt.·m<sup>-2</sup>). Natomiast o dobrym plonowaniu (mimo suszy) jęczmienia w 2015 r. zdecydowały wysoka liczba (21 szt.) oraz masa ziarna z kłosa (1,09 g), a także istotnie najwyższa masa 1000 ziaren (51,4 g). O decydującym wpływie warunków pogodowych na plonowanie i cechy jakościowe ziarna jęczmienia jarego donoszą również inni autorzy [Błażewicz i Liszewski 2003, Krajewski i in. 2013a, Liszewski i in. 2011, 2012].

## WNIOSKI

1. Czynnikiem najsilniej decydującym o wysokości plonowania i cechach jakościowych ziarna nagoziarnistej jęczmienia jarego był przebieg pogody.
2. Nawożenie azotem w dawkach 25, 50, 75 (50+25) kg·ha<sup>-1</sup> powodowało istotne przyrosty plonu ziarna, w porównaniu z obiektem kontrolnym. W latach niesprzyjających rozkrzewieniu się jęczmienia notowano wzrosty plonowania przy dawce 100 (50+50) kg N·ha<sup>-1</sup>.
3. Plon ziarna był determinowany przede wszystkim obsadą kłosów, a wpływ dawek nawożenia azotem na liczbę i masę ziarna z kłosa był nieistotny.
4. Nie stwierdzono różnicującego wpływu nawożenia azotem na masę 1000 ziaren i celność ziarna. Podział dawek azotu powyżej 50 kg N·ha<sup>-1</sup> korzystnie wpływał na zawartość białka ogółem w ziarnie.
5. Produkcyjność netto 1 kg azotu malała w zakresie dawek od 25 do 125 kg N·ha<sup>-1</sup>, przy czym – podział dawek nie miał wpływu na tę zależność.
6. Ze względu na poziom plonowania odmiany nagoziarnistej Gawrosz, w warunkach glebowych kompleksu pszennego dobrego, zaleca się stosować dawkę nie wyższą niż 75 kg N·ha<sup>-1</sup>. Natomiast ze względu na podniesienie zawartości białka w ziarnie, wskazany jest podział tej dawki na dwie części (50+25) i uzupełnienie nawożenia azotem w fazie strzelenia w źdźbło.

## PIŚMIENNICTWO

- Bhatty R.S. 1999. The potential of hull-less barley. *Cereal Chem.* 76: 589–599.
- Błażewicz J., Liszewski M. 2003. Ziarno jęczmienia nagiego odmiany Rastik jako surowiec do produkcji słodów typu pilzneńskiego. *Acta Sci. Pol., Technol. Alimentaria* 2(1): 63–74.
- Błażewicz J., Liszewski M., Zembold A. 2007. Technological properties of worts obtained from malts of naked barley grain. *Acta Sci. Pol., Technol. Alimentaria* 6(1): 37–48.
- Błażewicz J., Szwed Ł., Kawa-Rygielska J. 2013. Niesłodowane ziarno jęczmienia browarnego w pozyskiwaniu koncentratów spożywczych. *Przem. Ferm. Owocowo-Warzywny*: 7–8: 14–18.
- Gil Z., Wojciechowicz A., Spychaj R., Kościelak N., Mularczyk A., Nita Z. 2011. Quality characteristic of new hull-less barley genotypes with high level beta-glucan. W: *Selected problems of nutraceutical and functional food*. Trziszka T., Bobak Ł., Kaźmierska M. (red.). Wyd. UP Wrocław: 139–148.
- Izdorczyk M.S., Dexter, J.E. 2008. Barley β-glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physico-chemical properties, and uses in food products: a review. *Food Res. Int.*: 41: 850–868.
- Krajewski W.T., Szempliński W., Bielski S. 2013a. Plonowanie nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego nawożonego azotem. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura* 68(1): 18–28.
- Krajewski W.T., Szempliński W., Bielski S. 2013b. Wartość paszowa ziarna dwóch form jęczmienia jarego w warunkach zróżnicowanego nawożenia. *Fragm. Agron.* 30(3): 97–107.
- Liszewski M. 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowanie technologie uprawy. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 565, Rozpr. Nauk. Monogr.: ss. 108.

- Liszewski M., Błażewicz J., Kozłowska K., Zembold-Guła A., Szwed Ł. 2011. Wpływ nawożenia azotem na cechy rolnicze ziarna jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 28(1): 40–49.
- Liszewski M., Błażewicz J., Zembold-Guła A., Szwed Ł., Kozłowska K. 2012. Wpływ sposobu nawożenia azotem na ekstraktywność siodu jęczmiennego. *Fragm. Agron.* 29(1): 93–104.
- Liszewski M., Szybiga K. 2002. Ocena efektywności trzech technologii produkcji nieoplewionej odmiany jęczmienia jarego Rastik. *Pam. Puł.* 131: 15–24.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163–166.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.* 135: 213–221.
- Pecio A. 2002. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu jęczmienia browarnego. *Fragm. Agron.* 19(4): 7–97.
- Petersen J. 2007. Placement of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers by drilling in spring barley for malt without use of pesticides. *Acta Agric. Scand., Sect. B – Soil Plant Sci.* 57: 53–64
- Ślaboński A. 1985. Jęczmień jary i ozimy. PWRiL Warszawa: ss. 92.
- Spychaj R., Sowa M., Gil Z., Liszewski M. 2002. Wpływ technologii uprawy i terminu zbioru na wybrane wyróżniki wartości żywieniowej ziarna jęczmienia jarego nieoplewionego i oplewionego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 3(32): 179–189.
- Szwed Ł., Tomaszewska-Ciosk E., Błażewicz J. 2014. Simplified mashing efficiency. Novel method for optimization of food industry wort production with the use of adjuncts. *Pol. J. Chem. Technol.*: 16(3): 36–39.
- Zembold A., Błażewicz J. 2006. Ziarno jęczmienia nagiego i oplewionego jako surowiec niesłodowany w piwowarstwie. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*: 3(48): 35–50.
- Zembold-Guła A., Błażewicz J., Wojewódzka K. 2008. Związki białkowe w brzeczkaach piwnych wytwarzanych z dodatkiem nieoplewionego ziarna jęczmienia. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*: 5(60): 78–85.

M. LISZEWSKI, J. BŁAŻEWICZ

#### EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON GRAIN YIELD AND QUALITY OF NAKED SPRING BARLEY CULTIVAR

##### Summary

The aim of the study was to establish an optimal dose of nitrogen fertilization and the method of its application for naked spring barley cultivar Gawrosz, cultivated on good wheat complex soil. Field experiment set up method of random blocks with 7 nitrogen doses ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): 0, 25, 50, 75 (50+25), 100 (50+50), 100 (75+25), 125 (100+25) in the years 2013–2015 was conducted. Nitrogen fertilization was performed before sowing, their second part was applied during the stage of shooting barley. Nitrogen was applied as 34% ammonium nitrate. The strongest-decisive factor for grain yield of naked barley and its quality was the weather course. Nitrogen fertilization of naked cultivar Gawrosz in doses of 25, 50, 75 (50+25)  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  caused a significant increase in the grain yield in comparison to control object. In the unfavorable years for tillering of barley there were observed increases in yielding even when the dosage was 100 (50+50)  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The grain yield was determined in first by the number of productive ears on the area unit. The effect of nitrogen doses on the grain number and weight from ear was non insignificant. There was not observed significantly differentiating effect of nitrogen fertilization on the 1000 grain weight and grain accuracy (share of grain  $>2,5$  mm thickness) as well. Beneficial effect on high protein content in grain has spilling high doses of nitrogen (above 50  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Net productivity of 1 kg N was decreasing in the doses range

of 25 to 125 kg N·ha<sup>-1</sup>, however splitting of doses had no influence on this dependency. Due to the crop yield, in the good wheat complex soil conditions, it is recommended for Gawrosz cultivar nitrogen dose not higher than 75 kg N·ha<sup>-1</sup>. However because of increasing the protein content in grain the dose should be splitted in two parts (50+25), complementing fertilization in shooting stage.

**Key words:** spring barley, naked cultivar, grain yield, quality characters

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 18.03.2016

Do cytowania – *For citation*:

Liszewski M., Błażewicz J. 2016. Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 33(1): 65–75.