

WARTOŚĆ PASZOWA ZIARNA DWÓCH FORM JĘCZMIENIA JAREGO W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

WACŁAW T. KRAJEWSKI, WŁADYSŁAW SZEMPLIŃSKI, STANISŁAW BIELSKI

*Katedra Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

wladyslaw.szemplinski@uwm.edu.pl

Synopsis. Badania polowe przeprowadzono w latach 2000–2002 w gospodarstwie indywidualnym w Krajewie-Budziłach (52°95' N, 22°12' E). Określano w nich plon oraz skład chemiczny ziarna dwóch form jęczmienia jarego (odmiana nagoziarnista Rastik, oplewiona Stratus) uprawianych w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem: 0 (kontrola), 30 (30+0+0), 60 (60+0+0), 90 (60+30+0), 120 (60+60+0) i 120 (60+30+30) kg N·ha⁻¹. Wykazano, że nagoziarnista odmiana Rastik uzyskała niższy o 27,5% plon ziarna niż oplewiona odmiana Stratus. Nawożenie azotem zwiększało plon ziarna odmiany Rastik do dawki 60 kg N·ha⁻¹, a odmiany Stratus do dawki 30 kg N·ha⁻¹. Ziarno nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego było zasobniejsze w białko ogółem i tłuszcz surowy, a uboższe we włókno surowe w porównaniu z odmianą oplewioną. Wzrastające do 120 kg N·ha⁻¹ dawki azotu zwiększały zawartość białka w ziarnie oraz wydajność białka w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego. Odmiana Rastik w porównaniu z odmianą Stratus charakteryzowała się mniejszą o 15% wydajnością białka ogółem i o 5% mniejszą wydajnością tłuszczu surowego w plonie ziarna. Wyższe dawki azotu zwiększały plon ziarna oraz wydajność energii brutto w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego. Ziarno nagoziarnistej odmiany Rastik, ze względu na korzystniejszy skład chemiczny, cechowało się wyższą wartością paszową niż ziarno oplewionej odmiany Stratus. Odmiana oplewiona, ze względu na wyższy plon ziarna, dostarczała jednak w plonie ziarna wyższej wydajności energii brutto.

Słowa kluczowe – *key words*: jęczmień jary – *spring barley*, odmiany – *cultivars*, nawożenie azotem – *nitrogen fertilization*, skład chemiczny ziarna – *grain chemical composition*, wydajność energii – *energy efficiency*

WSTĘP

Jęczmień w bilansie zbożowym kraju zaliczany jest głównie do zbóż pastewnych. Jego ziarno w 67–70% wykorzystywane jest jako pasza w żywieniu zwierząt [Łopaciuk i in. 2011]. W szerokiej praktyce rolniczej w uprawie dominuje forma jęczmienia jarego o ziarnie oplewionym, którego przydatność w żywieniu zwierząt monogastrycznych, zwłaszcza drobiu, jest częściowo ograniczona ze względu na podwyższoną zawartość włókna surowego [Rutkowski 1997] i związaną z tym obecność polisacharydów nieskrobiowych, głównie β -glukanów [Campbell i in. 1989, Smith i Annison 1996]. Składniki te nie ulegają trawieniu w przewodzie pokarmowym drobiu, a wysoka lepkość treści jelitowej spowodowana obecnością hemiceluloz hamuje wchłanianie składników pokarmowych oraz biegunki i spadek przyrostu, zwłaszcza osobników młodych [Boros 1997, Józefiak i Rutkowski 2001].

Hodowla twórcza dostarcza jednak producentom rolnym nowych odmian jęczmienia jarego, w tym także o ziarnie pozbawionym plewek. Formy nagoziarniste w porównaniu z odmianami

oplewionymi charakteryzują się przede wszystkim mniejszą zawartością włókna surowego, ale zawierają znacznie więcej białka oraz tłuszczu surowego [Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008]. Wysoka zawartość składników odżywczych w ziarnie jęczmienia nagoziarnistego stanowi potencjalny surowiec do produkcji pasz, konkurencyjny w żywieniu zwierząt monogastrycznych, nie tylko w porównaniu z ziarnem oplewionym, ale nawet z pszenicą i kukurydzą [Rutkowski 1997]. Z tego względu zauważa się coraz większe zainteresowanie nieoplewionym ziarnem jęczmienia jarego ze strony nie tylko przemysłu paszowego, ale też spożywczego, jako potencjalnym surowcem do produkcji żywności dietetycznej [Gąsiorowski 1997]. Forma nagoziarnista jęczmienia ustępuje jednak plennością formom oplewionym [Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Najewski 2005, Noworolnik i in. 2004, Sadowska 2006, Szempliński 2003]. Perspektywa rozszerzenia arealu uprawy jęczmienia jarego o ziarnie nieoplewionym i jego paszowego wykorzystania wymaga wyjaśnienia wpływu czynników siedliskowych i agrotechnicznych nie tylko na poziom jego plonowania [Szempliński 2003, Szmigiel i Oleksy 2005], ale też na wartość paszową ziarna [Noworolnik i in. 2004].

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość paszową dwóch form (nagoziarnista i oplewiona) jęczmienia jarego.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2000–2002 w gospodarstwie indywidualnym w Krajewie-Budziłach (52°95' N, 22°12' E), położonym w powiecie zambrowskim (woj. podlaskie), przez Katedrę Agrotechnologii i Zarządzania Produkcją Roślinną Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Doświadczenie z jęczmieniem zwyczajnym (jary, dwurzędowy) założono metodą losowanych podbloków (split-plot), w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 22,5 m². Czynnikiem I rzędu były dwie odmiany: Rastik – forma nagoziarnista, Stratus – forma oplewiona, a czynnikiem II rzędu – 5 poziomów nawożenia azotem: A–0 (obiekt kontrolny), B–30 (30+0+0), C–60 (30+30+0), D–90 (60+30+0), E–120 (60+60+0) i F–120 (60+30+30) kg N·ha⁻¹. Pierwszą dawkę azotu stosowano przed siewem, drugą w fazie strzelania w źdźbło (stadium BBCH 32), a trzecią w fazie kłoszenia (stadium BBCH 47–49). Wszystkie dawki azotu aplikowano w saetrze amonowej 34%.

Doświadczenie zakładano na glebie płowej, właściwej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego i gliny lekkiej (kompleks żytńi bardzo dobry, klasa bonitacyjna IVa). Jej zasobność w przyswajalny fosfor i magnez była wysoka, a w potas – średnia, a odczyn – lekko kwaśny. Dawki nawozów fosforowych i potasowych na 1 ha (ustalane w oparciu o zasobność gleby w przyswajalne składniki pokarmowe oraz pobranie fosforu i potasu z plonem ziarna i słomy dla zakładanego plonu ziarna 6,0 t·ha⁻¹) w 2000 roku wynosiły 35,9 kg P i 116,2 kg K, a w latach 2001 i 2002 – 43,6 kg P i 99,6 kg K. Nawozy fosforowe (superfosfat potrójny 46%) i potasowe (sól potasowa 60%) stosowano przed wysiewem jęczmienia. Przedplonem jęczmienia jarego była pszenica ozima. Materiał siewny zaprawiano zaprawą Baytan Universal 0,94 FS (s.a. – triadimenol, imazalil, fuberidazol) w dawce 200 g na 100 kg ziarna. Siew wykonywano w terminie możliwie najwcześniejszym w danym roku w zagęszczeniu 300 kielkujących ziarniaków na 1 m² (w rzędy o rozstawie 10 cm, na głębokość 3–4 cm). Zachwaszczenie regulowano chemicznie w fazie krzewienia (stadium BBCH 25) stosując Chwastox Turbo 340 SL (s.a. – MCPA + dicamba) w dawce 2,0 l·ha⁻¹.

Analizę jakościową ziarna dotyczącą oznaczeń w nim zawartości składników organicznych wykonano na materiale uzyskanym w latach 2000 i 2001. Zawartość azotu określano metodą Kjeldahla, a do przeliczenia azotu ogólnego na białko stosowano współczynnik 6,25 (PN-75/A-

04018/Az3:2002), tłuszcz surowy – metodą Soxhleta w eterze (PN-ISO 6492:2005), włókno surowe metodą Leppera (PN-EN ISO 6865:2002). Wydajność białka i tłuszczu z jednostki powierzchni obliczono na podstawie plonu ziarna i zawartości w nim białka ogółem i tłuszczu surowego. Ponadto, w ziarnie określono zawartość energii brutto (MJ) w 1 kg suchej masy przez jego adiabatyczne spalanie w bombie kalorymetrycznej, a następnie przeliczono plon suchej masy ziarna na wartość energii brutto.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji ANOVA dla doświadczeń dwuczynnikowych, wykorzystując pakiet statystyczny Statistica 8.0. Do oceny różnic międzyobiektowych posłużono się testem Tukey'a wyliczając NIR dla prawdopodobieństwa błędu $p \leq 5\%$.

Warunki klimatyczne na Podlasiu w latach badań były bardzo zmienne, zarówno pod względem średniej temperatury powietrza, jak i rozkładu oraz nasilenia opadów. W 2000 roku w 5-miesięcznym okresie od kwietnia do sierpnia opady wynosiły 245 mm, a więc były o 3% mniejsze niż średnio dla tych miesięcy w wieloleciu. W 2001 roku opady w analogicznym okresie wynosiły 360 mm i były wyższe o 42% od średniej sumy opadów wieloletnich. Według kryterium zaproponowanego przez Kaczorowską [1962] okres wegetacyjny 2000 roku pod względem opadów należy uznać za przeciętny, a w 2001 roku – za wilgotny. W 2000 roku rzeczywisty okres wegetacji jęczmienia jarego wynosił 125 dni. Średnia dobową temperatura powietrza dla tego okresu wynosiła $15,5^{\circ}\text{C}$, a suma opadów – 160 mm. Od siewu do dojrzałości młecznej wystąpiła długotrwała susza glebowa (opady wynosiły zaledwie 21% całej ich sumy), a pozostała ilość spadła w okresie od dojrzałości młecznej do zbioru jęczmienia. W 2001 roku okres wegetacji jęczmienia wynosił 130 dni. Charakteryzował się średnią dobową temperaturą powietrza wynoszącą $14,2^{\circ}\text{C}$ i opadami – 281 mm. Opady były równomierniej rozłożone w okresie wegetacji, a połowa z nich wystąpiła od dojrzałości młecznej do zbioru jęczmienia.

WYNIKI I DYKUSJA

Wyniki badań dotyczące plonowania odmian jęczmienia jarego podano na podstawie publikacji Krajewskiego i in. [2013]. Średnie wyniki z 3 lat badań wykazały, że istotnie wyżej plonowała oplewiona odmiana Stratus ($4,70 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a nagoziarnista odmiana Rastik uzyskała plon ziarna niższy o 27,5% (tab. 1). W badaniach innych autorów nagoziarniste formy jęczmienia jarego w porównaniu z formami oplewionymi plonowały niżej od 13 do 23% [Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Noworolnik i in. 2004, Sadowska 2006, Szempliński 2003, Szmiigel

Tabela 1. Plon ziarna jęczmienia jarego ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) [Krajewski i in. 2013]

Table 1. Grain yield of spring barley ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) [Krajewski et al. 2013]

Odmiana Cultivar	Dawka azotu i jej podział Nitrogen dose and application manner ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$)						Średnio Mean
	0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
Rastik	2,77	3,13	3,45	3,63	3,70	3,77	3,41
Stratus	3,93	4,51	4,74	4,92	5,09	5,00	4,70
Średnio – Mean	3,35	3,82	4,10	4,28	4,39	4,39	–

$\text{NIR}_{0,05} - \text{LSD}_{0,05}$: odmiany – cultivars – 0,25; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 0,16; interakcja – interaction – 0,28

i Oleksy 2005]. Nawożenie azotem istotnie zwiększało plon ziarna tylko do dawki 90 kg N·ha⁻¹. Efekty w plonie ziarna jęczmienia jarego pod wpływem nawożenia azotem są często rozbieżne. W badaniach Liszewskiego [2008] plon ziarna wzrastał tylko do dawki 50 kg N·ha⁻¹, Szmigła i Oleksego [1998] oraz Noworolnika i in. [2004] – do dawki 60 kg N·ha⁻¹, Wróbla [1993] – 90 kg N·ha⁻¹, Borówczaka i in. [1998] – 100 kg N·ha⁻¹, a Majkowskiego i in. [1993] – 120 kg N·ha⁻¹. Odmiany wykazywały istotną reakcję w plonie ziarna na nawożenie azotem. Nagoziarnista odmiana Rastik reagowała istotnym wzrostem plonu ziarna do dawki 60 kg N·ha⁻¹, a oplewiona odmiana Stratus tylko do dawki 30 kg N·ha⁻¹, co wskazuje na słabsze wykorzystanie azotu przez tę odmianę. W badaniach Noworolnika i in. [2004] nagoziarnista odmiana Rastik reagowała istotnym wzrostem plonu ziarna do dawki 30 kg N·ha⁻¹, a odmiany oplewione do dawki 60 kg N·ha⁻¹, a nawet 90 kg N·ha⁻¹. Z kolei Szmigiel i Oleksy [2005] wykazali dla oplewionej odmiany Rodos istotny przyrost plonu ziarna do dawki 60 kg N·ha⁻¹, a nagoziarnistą odmianę Rastik zaliczyli do odmian o mniejszych wymaganiach odnośnie nawożenia azotem, gdyż reagowała wzrostem plonu ziarna tylko do dawki 40 kg N·ha⁻¹.

Wartość użytkowa ziarna zbóż jako paszy zależy głównie od jego składu chemicznego [Smulikowska i Rutkowski 2005]. Z dotychczasowych badań wynika, że skład chemiczny ziarna jest determinowany nie tylko genotypem (forma nagoziarnista i oplewiona), ale zmienia się także pod wpływem warunków agrotechnicznych oraz pogodowych w latach badań [Kawka i in. 1998, Liszewski 2008, Noworolnik i in. 2004]. O wysokiej wartości paszowej ziarna zbóż decyduje głównie zawartość białka [Klupeczyński 1986]. Średnie wyniki z 2 lat badań własnych dowodzą, że odmiany jęczmienia jarego różniły się składem chemicznym ziarna. W ziarnie nagoziarnistej odmiany Rastik zawartość białka ogółem wynosiła 151 g·kg⁻¹ i była większa niż w ziarnie oplewionej odmiany Stratus o 22 g·kg⁻¹ (tab. 2). Na wyższą zawartość białka ogółem

Tabela 2. Zawartość białka ogółem (g·kg⁻¹ s.m.) w ziarnie jęczmienia jarego
Table 2. Total protein content (g·kg⁻¹ DM) of spring barley grain

Lata/odmiana Years/cultivar		Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner (kg N·ha ⁻¹)						Średnio Mean
		0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
		A	B	C	D	E	F	
2000	Rastik	159	164	166	171	174	178	169
	Stratus	134	137	139	143	145	148	141
2001	Rastik	121	127	133	136	142	148	134
	Stratus	100	107	119	121	124	129	117
2000		146	150	152	157	159	163	155
2001		110	117	126	128	133	138	125
Rastik		140	145	149	153	158	163	151
Stratus		117	122	129	132	134	138	129
Średnio – Mean		128	133	139	142	146	150	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: lata – years – 13,1; odmiany – cultivars – 8,6; lata × odmiany – years × cultivars – 8,1; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 2,8; odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – 3,8; lata × nawożenie azotem – years × nitrogen fertilization – r.n.; lata × odmiany × nawożenie azotem – years × cultivars × nitrogen fertilization – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

w ziarnie jęczmienia nagoziarnistego odmiany Rastik niż form oplewionych wskazują również badania Piecha i in. [2003], Szemplińskiego [2003], Kwiatkowskiego [2004], Szmigła i Oleksego [2005], Szumiło i Rachonia [2006], Wiewióry [2006] oraz Liszewskiego [2008]. Zawartość białka ogółem w ziarnie jęczmienia jarego była różnicowana w latach badań, co świadczy że na tę cechę miał wpływ przebieg warunków pogodowych. W roku 2000, cieplejszym i bardziej suchym, zawartość białka w ziarnie wynosiła średnio $155 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a w roku 2001 – $125 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Odmiany różniły się również zawartością tego składnika w ziarnie w latach badań. W roku 2000, w którym warunki pogodowe sprzyjały akumulacji białka w ziarnie, jego zawartość u odmiany Rastik była o 26%, a u odmiany Stratus o 14% większa niż w roku 2001, nie sprzyjającym gromadzeniu tego składnika w ziarnie. Na wyraźną zależność zawartości białka w ziarnie od warunków pogodowych w okresie wegetacji w latach badań zwracają uwagę również m.in. Klupczyński [1986], Szmigiel i Oleksy [2005] czy Liszewski [2008]. Akumulacji tego składnika w ziarnie zbóż sprzyjają przede wszystkim niskie opady oraz dobre usłonecznienie i wysokie temperatury powietrza w stadiach formowania ziarna.

Najmniej białka ogółem zawierało ziarno jęczmienia jarego uzyskane z obiektu kontrolnego (bez azotu). Reakcja jęczmienia na nawożenie azotem była jednokierunkowa, a wzrost zawartości białka w ziarnie, podobnie jak w badaniach innych autorów [Leszczyńska i Noworolnik 1998, Liszewski 2008, Noworolnik i in. 2004, Szmigiel i Oleksy 2005, Wróbel 1993], następował do najwyższej dawki azotu wynoszącej $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Korzystniej jednak na zawartość tego składnika w ziarnie wpływało nawożenie azotem stosowane w tej dawce w trzech terminach (60+30+30), gdzie uzupełniającą dawkę azotu zastosowano bezpośrednio przed kłoszeniem. Wzrost zawartości białka w ziarnie przy zastosowaniu trzykrotnej aplikacji azotu był istotny i w porównaniu do dwukrotnej jego aplikacji (60+60+0) wynosił $4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Odmiany wykazywały różną reakcję w zawartości białka pod wpływem nawożenia azotem w dawce $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Korzystniej na trzykrotną aplikację azotu reagowała nagoziarnista odmiana Rastik (wzrost zawartości białka o $5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Na wzrost zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego pod wpływem trzykrotnej aplikacji azotu w dawce $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwraca uwagę również Wróbel [1993]. Nawożenie azotem nie różnicowało istotnie zawartości białka ogółem w ziarnie w latach badań, jednak u obu odmian zarysowała się tendencja lepszego wykorzystania azotu z nawozów w roku mokrym (2001) niż suchym (2000). W 2000 roku pomiędzy kontrolą a dawką $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ następował wzrost zawartości białka w ziarnie od 10,4% (odmiana Stratus) do 11,9% (odmiana Rastik), a w roku 2001, pomimo niższej jego zawartości, od 22,3% (odmiana Rastik) do 29,0% (odmiana Stratus). Również Liszewski [2008] zwraca uwagę, że mały wzrost zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego pod wpływem nawożenia azotem w latach o niedoborze opadów może wynikać ze słabego w takich warunkach wykorzystania azotu.

Wydajność białka jest wypadkową plonu ziarna oraz zawartości białka w ziarnie. Istotnie wyższą wydajnością białka uzyskaną w plonie ziarna, pomimo niższej zawartości tego składnika w ziarnie, charakteryzowała się oplewiona odmiana Stratus ($522 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). W porównaniu do nagoziarnistej odmiany Rastik był on większy o 17% (tab. 3). Odmienne wyniki uzyskał Liszewski [2008], gdzie wydajność białka ogółem w ziarnie odmiany nagoziarnistej Rastik, ze względu na wyższą jego zawartość w ziarnie był podobny do tego uzyskanego w plonie oplewionej odmiany Rataj. W badaniach Noworolnika i in. [2004] wyższą wydajnością białka wyróżniała się oplewiona odmiana Rataj, a nagoziarnista odmiana Rastik dała podobny plon białka jak oplewiona odmiana Rodion. Najwyższą wydajność białka ogółem w plonie ziarna jęczmienia jarego uzyskano pod wpływem nawożenia azotem w dawce $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a korzystniejsza w tym względzie była jego aplikacja w trzech (60+30+30) niż w dwóch (60+60+0) terminach. W porównaniu do dawki $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wzrost wydajności białka przy największej dawce azotu i trzykrotnej jego aplikacji wynosił 8,1%, a przy dwukrotnej aplikacji – 5,0%.

Tabela 3. Wydajność białka ogółem (kg·ha⁻¹) w plonie ziarna jęczmienia jarego (średnie z lat 2000–2001)Table 3. Total protein yield (kg·ha⁻¹) in yield of spring barley grain (means of years 2000–2001)

Odmiana Cultivar	Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner (kg N·ha ⁻¹)						Średnio Mean
	0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
	A	B	C	D	E	F	
Rastik	333	390	442	478	503	528	446
Stratus	395	473	526	558	586	593	522
Średnio – Mean	364	431	484	518	544	560	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 3,2; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 5,6; odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – 7,9

Reakcja odmian na nawożenie azotem była podobna, jednak w porównaniu do dawki 90 kg N·ha⁻¹ wyższą wydajność białka z 1 ha przy trzykrotnej aplikacji dawki 120 kg N·ha⁻¹ uzyskała nagoziarnista odmiana Rastik (wzrost o 11,0%) niż oplewiona odmiana Stratus (wzrost o 6,3%). Również w badaniach Noworolnika i in. [2004] największą wydajność białka w plonie ziarna jęczmienia jarego uzyskano przy zastosowaniu najwyższej dawki azotu, jednak nagoziarnista odmiana Rastik ze względu na niższy plon ziarna wykazywała tendencję do słabszego wzrostu wydajności białka w porównaniu z odmianami oplewionymi.

Badane odmiany (Rastik i Stratus) różniły się zawartością tłuszczu surowego w suchej masie ziarna. Większą zawartość tego składnika stwierdzono w ziarnie nagoziarnistej odmiany Rastik (średnio 19,6 g·kg⁻¹). W ziarnie oplewionej odmiany Stratus jego zawartość była mniejsza w porównaniu z odmianą nagoziarnistą o 23% (tab. 4). W innych badaniach zawartość tłuszczu w ziarnie oplewionych form jęczmienia jarego, w zależności od odmiany, wahała się od 18,1

Tabela 4. Zawartość tłuszczu surowego (g·kg⁻¹ s.m.) w ziarnie jęczmienia jaregoTable 4. Crude fat content (g·kg⁻¹) in dry matter of spring barley grain

Lata/odmiana Years/cultivar	Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner (kg N·ha ⁻¹)						Średnio Mean
	0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
	A	B	C	D	E	F	
2000	17,7	18,6	18,4	18,1	18,4	17,3	18,1
2001	17,5	16,3	16,6	16,9	16,0	15,9	16,5
Rastik	20,1	20,2	18,1	20,0	19,2	19,2	19,6
Stratus	15,3	15,5	16,7	14,5	14,5	13,4	15,0
Średnio – Mean	17,6	17,4	17,5	17,5	17,0	16,6	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: lata – years – r.n.; odmiany – cultivars – 3,3; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – r.n.; lata × nawożenie – years × nitrogen fertilization – r.n., odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

do 29,5 g·kg⁻¹ [Kawka i in. 1998, Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Szumiło i Rachoń 2006], a w ziarnie nagoziarnistej odmiany Rastik – od 17,0 do 31,0 g·kg⁻¹ [Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Szumiło i Rachoń 2006, Tobiasz-Salach i in. 2012]. Średnia zawartość tłuszczu surowego w ziarnie jęczmienia jarego nie była istotnie zróżnicowana w latach badań, pomimo odmiennych warunków pogodowych. Również Liszewski [2008] nie wykazał istotnych różnic w zawartości tłuszczu surowego w ziarnie w latach badań pod wpływem zmiennych warunków pogodowych. Nawożenie azotem (w stosunku do kontroli) nie różnicowało istotnie, podobnie jak w badaniach Liszewskiego [2008], zawartości tłuszczu surowego w ziarnie jęczmienia jarego.

Średnia wydajność tłuszczu surowego uzyskana w plonie ziarna oplewionej odmiany Stratus wynosiła 60,4 kg·ha⁻¹ i w porównaniu z nagoziarnistą odmianą Rastik była większa o 5,4% (tab. 5). Pod wpływem nawożenia azotem wydajność tłuszczu surowego w plonie ziarna wzrastała tylko do dawki azotu wynoszącej 60 kg N·ha⁻¹, a dalszy jej wzrost nie różnicował istotnie wydajności tego składnika w plonie ziarna. Odmiana Stratus istotnie największą wydajność tłuszczu zapewniała w plonie ziarna uzyskanym przy dawce 60 kg N·ha⁻¹, a odmiana Rastik przy dawce 90 kg N·ha⁻¹.

Tabela 5. Wydajność tłuszczu surowego (kg·ha⁻¹) w plonie ziarna jęczmienia jarego (średnie z lat 2000–2001)

Table 5. Crude fat yield (kg·ha⁻¹) in yield of spring barley grain (means of years 2000–2001)

Odmiana Cultivar	Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner (kg N·ha ⁻¹)						Średnio Mean
	0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
	A	B	C	D	E	F	
Rastik	47,9	54,4	56,1	62,4	61,0	62,2	57,3
Stratus	51,7	60,1	68,1	61,3	63,5	56,7	60,4
Średnio – Mean	49,8	57,2	62,1	61,8	62,2	59,4	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 0,39; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 0,67; odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – 0,95

Odmiany jęczmienia jarego, ze względu na różnice w oplewieniu ziarna, różniły się istotnie zawartością włókna surowego w ziarnie. W suchej masie ziarna oplewionej odmiany Stratus zawartość tego składnika była większa i wynosiła średnio 47,5 g·kg⁻¹. W ziarnie odmiany Rastik, ze względu na brak oplewiania ziarna, zawartość włókna była istotnie mniejsza i wynosiła średnio 18,8 g·kg⁻¹. Ziarno odmiany Rastik zawierało o 60% mniej włókna niż odmiana Stratus (tab. 6). W dotychczasowych badaniach zawartość włókna w ziarnie oplewionych form jęczmienia jarego wahała się, w zależności od odmiany, od 41,4 do 59,3 g·kg⁻¹ [Kawka i in. 1998, Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Szumiło i Rachoń 2006, Wiewióra 2006], a wyraźnie mniej w ziarnie nagoziarnistej odmiany Rastik – od 9,0 do 43,0 g·kg⁻¹ [Kwiatkowski 2004, Liszewski 2008, Szumiło i Rachoń 2006, Wiewióra 2006, Tobiasz-Salach i in. 2012]. Nawożenie azotem, podobnie jak w badaniach Liszewskiego (2008), nie różnicowało istotnie zawartości włókna surowego w ziarnie badanych odmian jęczmienia jarego. Pod wpływem wyższych dawek azotu (90–120 kg N·ha⁻¹) zawartość tego składnika w ziarnie wykazywała jednak tendencję wzrostową i w porównaniu do kontroli była większa od 0,5 do 1,5 g·kg⁻¹.

Tabela 6. Zawartość włókna surowego ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w ziarnie jęczmienia jarego
 Table 6. Crude fibre content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in grain of spring barley

Odmiana <i>Cultivar</i>	Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$)						Średnio <i>Mean</i>
	0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
	A	B	C	D	E	F	
Rastik	18,3	18,1	19,4	19,1	19,1	19,1	18,8
Stratus	47,1	47,3	45,8	48,3	47,4	49,3	47,5
Średnio – Mean	32,7	32,7	32,6	33,7	33,2	34,2	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 8,9; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – r.n.; odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Wartość energii brutto w 1 kg ziarna odmian jęczmienia jarego, pomimo odmiennego składu chemicznego, była mało zróżnicowana (tab. 7). Wyższą koncentracją energii brutto w ziarnie charakteryzowała się nieoplewiona odmiana Rastik ($16,5 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) i przewyższała pod tym względem oplewioną odmianę Stratus o niecałe 2%. W badaniach Liszewskiego [2008], dotyczących jednak wartości energetycznej netto ziarna, również wykazano, że ziarno nieoplewionej odmiany Rastik cechowało się wyższą wartością energetyczną niż oplewionej odmiany Rataj. Wyższą wydajność energii brutto w plonie ziarna, ze względu na wyraźnie wyższy plon ziarna, zapewniała oplewiona odmiana Stratus. Wolumen energii brutto w jej plonie ziarna wynosił $65\,457 \text{ MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ i przewyższał o ponad 35% nagoziarnistą odmianę Rastik. Nawożenie mineralne, podobnie jak w badaniach m.in. Szemplińskiego i Kisiela [1998] oraz Szemplińskiego i in. [1998], zwiększając plon ziarna z jednostki powierzchni zwiększało także wydajność energii brutto w plonie. Najwyższy wolumen energii brutto uzyskano w plonie ziarna jęczmienia

Tabela 7. Wartość energetyczna 1 kg s.m. i wydajność energii brutto w plonie ziarna jęczmienia jarego (średnie z lat 2000–2001)

Table 7. Energy value of 1 kg DM and gross energy efficiency in grain yield of spring barley (means of years 2000–2001)

Odmiana <i>Cultivar</i>	Energia brutto <i>Gross energy</i> ($\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Dawka azotu i jej podział – Nitrogen dose and application manner ($\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$)						Średnio <i>Mean</i>
		0	30 (30+0+0)	60 (30+30+0)	90 (60+30+0)	120 (60+60+0)	120 (60+30+30)	
		A	B	C	D	E	F	
Rastik	16,5	39 306	44 415	48 955	51 510	52 503	53 496	48 364
Stratus	16,2	54 753	62 833	66 038	68 545	70 914	69 660	65 457
Średnio – Mean		47 029	53 624	57 496	60 027	61 708	61 578	–

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: odmiany – cultivars – 276; nawożenie azotem – nitrogen fertilization – 478; odmiany × nawożenie azotem – cultivars × nitrogen fertilization – 676

jarego nawożonego azotem w dawce 120 kg N·ha⁻¹. W porównaniu do dawki 90 kg N·ha⁻¹ był to wzrost wydajności energii w plonie ziarna wynoszący od 2,6 do 2,8% w zależności od liczby (dwu- lub trzykrotna) i terminu aplikacji azotu. Na dawce 120 kg N·ha⁻¹ odmiana Rastik wyższą wydajność energii brutto w plonie ziarna zapewniała przy trzykrotnej aplikacji azotu, a odmiana Stratus przy aplikacji dwukrotnej.

WNIOSKI

1. Nagoziarnista odmiana Rastik uzyskała niższy o 27,5% plon ziarna niż oplewiona odmiana Stratus. Nawożenie azotem zwiększało plon ziarna odmiany Rastik do dawki 60 kg N·ha⁻¹, a odmiany Stratus do dawki 30 kg N·ha⁻¹.
2. Ziarno nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego było zasobniejsze w białko ogółem i tłuszcz surowy, a uboższe we włókno surowe w porównaniu z odmianą oplewioną. Wzrastające do 120 kg N·ha⁻¹ dawki azotu zwiększały zawartość białka w ziarnie oraz wydajność białka w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego.
3. Odmiana Rastik w porównaniu z odmianą Stratus charakteryzowała się mniejszą o 15% wydajnością białka ogółem i o 5% mniejszą wydajnością tłuszczu surowego w plonie ziarna. Wyższe dawki azotu zwiększały plon ziarna oraz wydajność energii brutto w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego.
4. Ziarno nagoziarnistej odmiany Rastik, ze względu na korzystniejszy skład chemiczny, cechowało się wyższą wartością paszową niż ziarno oplewionej odmiany Stratus. Odmiana oplewiona, ze względu na wyższy plon ziarna, dostarczała jednak w plonie ziarna wyższej wydajności energii brutto.

PIŚMIENNICTWO

- Boros D. 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu drobiu. Biul. IHAR 203: 241–256.
- Campbell G.L., Rossnagel B.G., Classen H.L., Thacker P.A. 1989. Genotypic and environmental differences in extract viscosity of barley and their relationship to its nutritive value for broiler chickens. Anim. Feed Sci. Technol. 26: 221–230.
- Gąsiorowski H. 1997. Aspekty profilaktyczne jęczmienia i jego produktów. W: Jęczmień – chemia i technologia. Gąsiorowski H. (red.). PWRiL Poznań: 177–192.
- Józefiak D., Rutkowski A. 2001. Rola węglowodanów nieskrobiowych w żywieniu drobiu. Rocz. Nauk Zoot., Supl. 13: 49–54.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przebiegu wieloletnim. PAN, Instytut Geografii. Prace Geograf. 33: 1–112.
- Kawka A., Klockiewicz-Kamińska E., Anioła J., Cierniewska A., Gąsiorowski H. 1998. Ocena niektórych wyróżników jakościowych odmian jęczmienia uprawianego w Polsce. Pam. Puł. 112: 85–91.
- Klupeczyński Z. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna zbóż. W: Wpływ nawożenia na jakość plonów. Mat. Symp. ART. Olsztyn, 24–26 czerwca 1986, 1: 82–102.
- Krajewski W.T., Szempliński W., Bielski S. 2013. Plonowanie nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego w warunkach nawożenia azotem. Ann. UMCS, Sect. E Agricultura 68(1): 18–29.
- Kwiatkowski C. 2004. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia jarego w zależności od zróżnicowanej ochrony zasiewów. Pam. Puł. 135: 137–144.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. Pam. Puł. 112: 145–149.

- Liszewski M. 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowane technologie uprawy. Zesz. Nauk. UP Wrocław 565, Rozprawy 254: ss. 108.
- Łopaciuk W., Drożdż J., Krzemiński M., Włodarczyk M. 2011. Rynek zbóż stan i perspektywy. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, Warszawa: 1–40.
- Majkowski K., Szempliński W., Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1993. Uprawa jęczmienia jarego i owsa w siewie czystym i mieszanym. Rocz. AR Poznań 243, Rol. 41: 73–84.
- Najewski A. 2005. Jęczmień. W: Lista opisowa odmian. Wyd. COBORU, Słupia Wielka. 1: 56–80.
- 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.
- Piech M., Maciorowski R., Petkov K. 2003. Plon ziarna i składników pokarmowych nieoplewionych i oplewionych odmian owsa oraz jęczmienia jarego w siewie czystym i w mieszance. Biul. IHAR 229: 157–165.
- Rutkowski A. 1997. Ziarno jęczmienia w żywieniu zwierząt. W: Jęczmień – chemia i technologia. Gąsiorowski H. (red.). PWRiL Poznań: 242–249.
- Sadowska U. 2006. Wpływ gęstości siewu jęczmienia nago- i okrytoziarnistego na plon i straty podczas zbioru kombajnowego. Inż. Rol. 12: 449–458.
- Smith C.H.M., Annison G. 1996. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – toward a physiologically valid approach to their determination. World's Poultry Sci. J. 52: 203–221.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (red.). 2005. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy żywienia drobiu. Wyd. IFiZZ PAN, POŚTWD: ss. 138.
- Szempliński W. 2003. Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym. Biul. IHAR 229: 147–156.
- Szempliński W., Kisiel R. 1998. Efektywność energetyczna różnych sposobów produkcji ziarna pastewnego jęczmienia jarego. Pam. Puł. 112: 237–243.
- Szempliński W., Kisiel R., Budzyński W. 1998. Porównanie rolniczej, energetycznej i ekonomicznej efektywności różnych sposobów produkcji ziarna jęczmienia jarego. Rocz. AR Poznań 307, Rol. 52: 25–32.
- Szmigiel A., Oleksy A. 2005. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie nagoziarnistej i oplewionej odmiany jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.* 22(1): 585–590.
- Szumilo G., Rachoń L. 2006. Oddziaływanie fal elektromagnetycznych na plonowanie oraz jakość nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i owsa. *Acta Agrophys.* 8: 501–508.
- Tobiasz-Salach R., Jankowska D., Bobrecka-Jamro D., Buczek J. 2012. Grain yield and chemical composition of new, naked lines of barley grown in conditions of subcarpathian region. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 11(1): 99–111.
- Wiewióra B. 2006. Porównanie wybranych cech nieoplewionego i oplewionego ziarna jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 142: 547–560.
- Wróbel E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość białka ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych na paszę. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.* 449, *Agricultura* 56, *Supl. B*: ss. 53.

W. T. KRAJEWSKI, W. SZEMPLIŃSKI, S. BIELSKI

GRAIN FODDER VALUE OF TWO FORMS SPRING BARLEY UNDER VARIED NITROGEN FERTILIZATION

Summary

The field experiment was conducted in 2001–2002 in the individual farm in Krajewie-Budziłach (province of Podlasie). Were determined the chemical grain composition of two forms spring barley (naked variety Rastik and hulled Stratus) cultivated in varying nitrogen fertilization: 0 (control), 30 (30+0+0), 60 (30+30+0), 90 (60+30+0), 120 (60+60+0) i 120 (60+30+30) kg N·ha⁻¹. It was shown that yield of Rastik

variety was lower about 27.5% than hulled Stratus variety. The nitrogen fertilization increased grain yield of Rastik variety to the dose 60 kg N·ha⁻¹ and Stratus variety to the dose 30 kg N·ha⁻¹. The grain of naked variety of spring barley was richer into protein and raw fat, and poorer into the fibre and ash compared to hulled variety. The increasing nitrogen fertilization (to the dose 120 kg N·ha⁻¹) increased the content and total protein field. The naked variety Rastik assured smaller raw protein yield about 15% and smaller raw fat yield about 5% compared to hulled Stratus. The higher nitrogen fertilization increased the yield grain and gross energy efficiency in grain yield of both barley variety. The grain of naked Rastik variety due to favorable chemical composition was characterized higher fodder value than hulled Stratus variety. The hulled Stratus variety, because of higher grain yield, provided the higher gross energy efficiency.