

Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: rafal.cierpiala@up.lublin.pl

RAFAŁ CIERPIAŁA, MARIAN WESOŁOWSKI

Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej formy jęczmienia jarego uprawianego w systemie rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego

Yielding and quality of naked barley grain in ecological and conventional farming

Streszczenie. W latach 2011–2013 przeprowadzono eksperyment polowy z uprawą jęczmienia jarego nagoziarnistego odmiany Rastik w systemie rolnictwa konwencjonalnego i ekologicznego. Dowiedziono, iż mimo prowadzenia starannej agrotechniki oraz wysiewu badanej rośliny w stanowisku po bardzo dobrym przedplonie (burak cukrowy) nawożonym zwiększoną dawką obornika ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) wydajność i jakość ziarna jęczmienia były istotnie gorsze w systemie rolnictwa ekologicznego niż w systemie rolnictwa konwencjonalnego.

Słowa kluczowe: systemy uprawy, jęczmień jary, jęczmień nagi, plonowanie, jakość ziarna, struktura plonu

WSTĘP

Pierwszą odmianę jęczmienia jarego o ziarnie nieoplewionym zarejestrowano w Polsce w 1999 roku. Była to odmiana Rastik, wyhodowana w IHAR Radzików [Lista odmian roślin rolniczych 1999, Gozdowski i in. 2004]. Odmiana ta na rynku krajowych jęczmieni nagich do chwili obecnej stanowiła praktycznie jedyną alternatywę dla upraw form oplewionych jęczmienia.

Należy zauważyć, że lokalne formy nieoplewione jęczmienia były znane i uprawiane w Polsce dużo wcześniej pod regionalnymi nazwami jarzec lub ceter. Ówczesne formy plonowały jednak nisko i zostały wycofane z uprawy aż do czasu wyhodowania wspomnianej odmiany Rastik [Sadowska i Głąb 2011].

Zainteresowanie jęczmieniem wynika z faktu, że w bilansie zbożowym kraju stanowi on główne zboże pastewne. Jego ziarno w około 70% wykorzystywane jest jako pasza [Łopaciuk i in. 2011]. W uprawie jęczmienia jarego dominuje forma oplewiona. Ma ona jednak ograniczoną przydatność w żywieniu zwierząt monogastrycznych, wynikającą z wysokiej zawartości włókna surowego [Rutkowski 1997] i obecności polisacharydów nieskrobiowych w ziarnie [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 powoduje biegunki i spadek przyrostu, zwłaszcza osobników młodych [Boros 1997, Józefiak

i Rutkowski 2001]. W tym kontekście zyskują na znaczeniu odmiany bezłuskowe zbóż, w tym i jęczmienia, które charakteryzują się zdecydowanie niższą zawartością włókna i większą zawartością białka oraz tłuszczu surowego [Čermák i Moudrý 1998, Maciejewicz-Ryś i Sokół 1999, Petkov i in. 1999, Kwiatkowski 2004, Kwiecień 2006, Liszewski 2008]. Jęczmień nagoziarnisty stanowi zatem szczególnie dobry surowiec do produkcji pasz, konkurencyjny nawet względem ziarna pszenicy i kukurydzy. Ziarno nieoplewione zbóż może znaleźć także zastosowanie w produkcji żywności dietetycznej [Gąsiorowski 1997, Rutkowski 1997, Čermák i Moudrý 1998, Budzyński 1999, Maciejewicz-Ryś i Sokół 1999, Petkov i in. 1999, Szempliński 2003].

Autorzy pracy podjęli badania mające na celu zweryfikowanie hipotezy zakładającej brak lub występowanie niewielkich różnic w wielkości i jakości uzyskiwanego plonu jęczmienia nagięgo uprawianego w obu porównywanych systemach rolniczych. Szczególnym zamierzeniem niniejszej pracy była ocena plonowania, elementów struktury plonu, wybranych parametrów biometrycznych roślin i jakościowych ziarna nieoplewionej odmiany jęczmienia jarego Rastik, uprawianej w warunkach rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego.

MATERIAŁ I METODY

Ścisły eksperyment polowy z jęczmieniem jarym odmiany Rastik prowadzono w latach 2011–2013 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Założono go metodą bloków losowanych, w trzech powtórzeniach, na poletku o powierzchni 80 m², na lekko kwaśnej glebie płowej, wytworzonej z lessu, zaliczanej do kompleksu pszenno dobrego. W doświadczeniu określano plonowanie i jakość ziarna jęczmienia jarego nieoplewionego odmiany Rastik wysiewanego w dwóch systemach rolniczych: ekologicznym i konwencjonalnym. Przedplonem jęczmienia był burak cukrowy odmiany Jagoda Rh. W uprawie ekologicznej jęczmienia jarego nie stosowano chemicznej pielęgnacji zasiewów oraz nawożenia mineralnego. Regulację zachwaszczenia prowadzono wyłącznie za pomocą zabiegów mechanicznych. Mechaniczna regulacja zachwaszczenia łąnu polegała na wykonywaniu bronowania w dwóch terminach: 1) po siewie, lecz przed wschodami broną średnią oraz 2) dwukrotnie (raz po razie) w fazie 3–4 liści jęczmienia broną chwastownikiem Aktywator (13–14 BBCH). Buraka cukrowego, będącego bezpośrednim przedplonem jęczmienia jarego, w systemie ekologicznym nawożono wyłącznie obornikiem w dawce 40 t·ha⁻¹, natomiast w systemie konwencjonalnym nawożono organicznie obornikiem w dawce 30 t·ha⁻¹ oraz mineralnie następującymi dawkami nawozów w kg czystego składnika na 1 ha: N – 100, P – 44, K – 116.

Jęczmień jary w warunkach rolnictwa konwencjonalnego nawożono nawozami mineralnymi w dawkach: N – 90, P – 30, K – 75 (kg·ha⁻¹). Chemiczna ochrona zasiewów polegała na stosowaniu następujących pestycydów: zaprawa nasienna Raxil Gel 206 GF (s.a. tiuram – związek z grupy ditiokarbaminianów + tebukonazol – związek z grupy triazoli) w dawce 500 ml·100 kg⁻¹ ziarna; fungicydy Alert 375 SC (s.a. flusilazol – związek z grupy triazoli + karbendazym – związek z grupy benzimidazoli) – dawka 1,0 l·ha⁻¹ oraz Tilt PLUS 400 EC (s.a. propikonazol – związek z grupy triazoli + fenpropidyna – związek z grupy morfolin) w dawce 1,0 l·ha⁻¹ – w fazie 31 BBCH; insektycyd Fastac 100 EC (s.a. alfa-cypermetryna – związek z grupy pyretroidów) w dawce 0,12 l·ha⁻¹ (31 BBCH); herbicyd Chwastox Extra 300 SL (s.a. MCPA – związek z grupy fenoksykwasów) w dawce 3,0 l·ha⁻¹ (23–24 BBCH).

W obu systemach uprawy ilość wysiewu jęczmienia jarego ustalono w wysokości $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Taka norma wysiewu wynikała z faktu, że jęczmień jary stanowił roślinę ochronną dla wsiewki koniczyny czerwonej, którą wsiewano, gdy rośliny jęczmienia jarego uzyskały fazę 3–4 liści. Termin siewu jęczmienia w obu systemach produkcji przypadał każdego roku na 2 lub 3 dekadę kwietnia, natomiast zbioru na 1 dekadę sierpnia.

W okresie wegetacyjnym na każdym poletku określono na powierzchni 1 m^2 liczbę kłosów przed zbiorem. Również przed zbiorem wykonano pomiary biometryczne wysokości roślin i długości kłosa oraz pobrano reprezentatywną próbę 30 kłosów z każdego poletka w celu określenia liczby i masy ziarna z kłosa. Po zbiorze kombajnem poletkowym ziarno z całej powierzchni poletka zważono i przeliczono na $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zgodnie z przyjętą w doświadczeniach COBORU metodyką określono procentowy udział frakcji ziarna, masę hektolitra ziarna i MTZ.

Skład chemiczny ziarna określono w Centralnym Laboratorium Agroekologicznym w Lublinie w oparciu o akredytowane obowiązujące metodyki analiz chemicznych. Zawartość białka ogólnego określono na podstawie ilości azotu ogólnego mierzonego metodą Kjeldahla. Udział tłuszczu surowego wyznaczano metodą Soxhleta (PN-64/A-74039), włókna surowego za pomocą aparatu Fibertec 2010 firmy FOSS, natomiast ilość popiołu surowego oznaczano zgodnie z normą PN-ISO 936. Zawartość skrobi oznaczono metodą spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (NIR). Udział związków bezazotowych wyciągowych wyliczono matematycznie na podstawie udziału pozostałych składników pokarmowych.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniano testem Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$. Udział elementów plonowania w zmianie plonu ziarna jęczmienia jarego określono za pomocą metody opracowanej przez Rudnickiego [2000].

Tabela 1. Temperatura i opady w latach 2011–2013 w zestawieniu z wieloleciem (1963–2010) wg Stacji Meteorologicznej w Czesławicach
Table 1. Temperature and rainfalls of the years 2011–2013 as compared to the long-term mean figures (1963–2010) according to the Meteorological Observatory in Czesławice

Rok/ Year	Miesiące/ Months					Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	
	Suma opadów/ Rainfalls (mm)					
2011	33,9	53,1	83,5	160,0	36,7	367,2
2012	31,6	44,3	74,9	101,2	48,5	300,5
2013	53,2	103,3	108,3	44,3	26,6	335,7
Wielolecie Long term	42,4	63,5	72,7	80,0	69,5	328,1
Rok/ Year	Średnia temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)					Średnio Mean
2011	10,2	13,4	18,5	18,2	18,5	15,8
2012	9,2	14,6	17,1	20,8	18,2	16,0
2013	7,4	14,9	18,1	18,7	18,7	15,6
Wielolecie Long term	7,7	13,6	16,5	18,3	17,7	14,8

Analizując układ warunków pogodowych w trakcie prowadzenia badań, stwierdzono duże zróżnicowanie pomiędzy porównywanymi latami i miesiącami, zwłaszcza w odniesieniu do sumy opadów. Rok 2011 pod względem sumy opadów zdecydowanie odróżniał się od kolejnych lat badań oraz sumy opadów z wielolecia, głównie za sprawą wybitnie mokrego lipca, w którym suma opadów była dwukrotnie wyższa niż w wieloleciu. Najsuchszym, a zarazem najgorętszym podczas badań był rok 2012, średni deficyt wody w porównaniu z wieloleciem wynosił 28 mm. W tym też roku nieoplewiony jęczmień odmiany Rastik plonował najwyżej w analizowanym trzyleciu. Wszystkie rozpatrywane sezony wegetacji jęczmienia nagiego cechowały się wyższą temperaturą niż średnia z lat 1963–2010. Najmniej korzystny dla plonowania jęczmienia przebieg warunków pogodowych obserwowano w roku 2013, podczas którego po początkowym nadmiarze opadów wystąpił okres suszy (tab. 1).

WYNIKI I DYSKUSJA

Znaczenie odpowiedniego następstwa w plonowaniu roślin (w tym i jęczmienia) wielokrotnie udowodniano eksperymentalnie [Niewiadomski i Zawiślak 1979, Gawrońska i in. 1988, Jelinowski i in. 1989, Bojarczuk i Bojarczuk 1990, Wesołowski i Kwiatkowski 1997, Smagacz 1998]. W zestawieniu ze średnimi krajowymi plonami jęczmienia tradycyjnego [Rocznik Statystyczny 2013] stwierdzono w niniejszych badaniach, niezależnie od systemu uprawy, relatywnie niski plon ziarna nieoplewionego jęczmienia jarego. Powyższą obserwację gorszej plenności form nagoziarnistych niż oplewionych potwierdzają również inne badania [Szempliński 2003, Kwiatkowski 2004, Najewski 2005, Sadowska 2006, Liszewski 2008, Krajewski i in. 2013]. Zdaniem Noworolnika [2007] i innych autorów [Piech i in. 2000, Noworolnik i in. 2004] uprawa nagoziarnistych odmian jęczmienia jarego w siewach czystych jest mało konkurencyjna dla odmian oplewionych wskutek niższego plonu ziarna będącego efektem wyeliminowania z masy plonu udziału łuski stanowiącej 9–10% masy ziarna jęczmienia. Według danych COBORU plony ziarna odmiany Rastik są mniejsze średnio o około 20% od odmian oplewionych i podlegają wpływowi układu pogody w latach, jakości gleb oraz poziomu agrotechniki [Lista odmian roślin rolniczych 2002].

Powyższe informacje o gorszym plonowaniu nagich form w zestawieniu z doniesieniami literatury o spadku produktywności roślin uprawnych w systemie rolnictwa ekologicznego (w zależności od gatunku od 12 do 38%) w porównaniu z rolnictwem konwencjonalnym [Jończyk i Kawalec 2001, Kuś i Jończyk 2009, Klima i Łabza 2010] wzbudziły w autorach niniejszych badań potrzebę ich zweryfikowania w jednym eksperymencie. W przeprowadzonych badaniach dowiedziono, iż niżka plonu ziarna jęczmienia nagiego uprawianego w systemie ekologicznym wynosiła 17% w porównaniu z wariantem uprawy konwencjonalnej. Analiza wariancji wykazała, że ta różnica była statystycznie istotna. Wysiew badanej rośliny w stanowisku nawet po bardzo dobrym przedplonie (burak cukrowy) nawożonym wysoką dawką obornika ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) nie zniwelował stwierdzonej w systemie ekologicznym redukcji plonu jęczmienia nagiego w porównaniu z uprawą chronioną chemicznie (tab. 2).

Tabela 2. Plon ziarna ($t \cdot ha^{-1}$) jęczmienia jarego odmiany Rastik
Table 2. Grain yield ($t \cdot ha^{-1}$) of spring barley cultivar Rastik

Lata Years	System produkcji/ Production system		Średnio Mean
	konwencjonalny conventional	ekologiczny ecological	
2011	2,42	1,77	2,09
2012	3,70	2,60	3,15
2013	1,10	1,62	1,36
Średnio/ Mean	2,41	2,00	2,20
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} : pomiędzy systemami/ between systems 0,33 pomiędzy latami/ between years r.n.			

r.n. – różnica nieistotna/ non significant difference

Tabela 3. Struktura plonu ziarna oraz elementy biometrii roślin jęczmienia jarego odmiany Rastik
(średnio z lat 2011–2013)

Table 3. Grain yield structure and elements of biometry plants of spring barley cultivar Rastik
(mean for 2011–2013)

Cecha badana Trait studied	System produkcji/ Production system		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	konwencjonalny conventional	ekologiczny ecological	
Liczba kłosów Number of ears ($szt \cdot m^{-2}$)	343	233	36,4
Wysokość roślin Plants height (cm)	81,9	72,6	2,89
Długość kłosa Length of ear (cm)	10,1	10,6	r.n.
Masa hektolitra Test weight ($kg \cdot hl^{-1}$)	70,8	69,7	r.n.
Liczba ziaren z kłosa Number of kernels per ear	19,2	20,9	1,48
Masa ziaren z kłosa Weight of grains per ear (g)	0,98	1,04	r.n.
MTZ 1000 grain weight (g)	50,0	48,8	r.n.

r.n. – różnica nieistotna/ non significant difference

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono (tab. 3) redukcję liczby kłosów jęczmienia o $110 \text{ szt} \cdot \text{m}^{-2}$ w uprawie ekologicznej pielęgnowanej mechanicznie w odniesieniu do uprawy konwencjonalnej. Fakt ten jest zbliżony z wynikami innych autorów, bowiem w badaniach nad pszenicą ozimą zmniejszenie gęstości łanu w uprawie ekologicznej sięgało nawet $150 \text{ kłosów na } 1 \text{ m}^2$ [Kuś i in. 2010]. Podobne rezultaty uzyskano w ekstensywnych pod względem chemicznej ochrony zasiewach jęczmienia jarego [Adamiak 1980, Pawłowski i Wesółowski 1986, Kwiatkowski i Wesółowski 2005].

Dowodzona statystycznie przewaga wysokości źdźbeł jęczmienia nagiego w uprawie konwencjonalnej dowodzi gorszych warunków wzrostu i rozwoju roślin w uprawie ekologicznej. Zmiana warunków uprawy podyktowana porównywanymi systemami rol-

niczymi nie wywołała istotnego statystycznie wpływu na cechę długości kłosów jęczmienia nagego. Podobnie niezależnie od badanego czynnika eksperymentu kształtowały się wartości w zakresie gęstości ziarna w stanie zsypanym.

Tabela 4. Wpływ elementów plonowania na różnicę plonu ziarna jęczmienia jarego między badanymi systemami rolniczymi
Table 4. Effects of individual yielding constituents on difference of spring barley grain yields between farming systems

Elementy plonowania Yielding constituents	Efekty elementów plonowania Effects of yielding constituents		
	wkład/ contribution		udział share (%)
	bezwzględny absolute (dt·ha ⁻¹)	względny relative (%)	
Liczba kłosów Number of ears	-6,2	-25,6	150,3
Liczba ziaren z kłosa Number of kernels per ear	2,7	11,3	-66,5
MTZ (g) 1000 grain weight	-0,7	-2,8	16,2
Suma/ Sum	-4,2	-17,1	100

Wyniki badań Pawłowskiego i Wesołowskiego [1986], które mówią o zmniejszonej liczbie i masie ziaren z kłosa w sytuacji ograniczenia zabiegów pielęgnacyjnych w łanie, odbiegają od spostrzeżeń poczynionych na podstawie niniejszego eksperymentu, gdyż obie badane cechy, a szczególnie liczba ziaren z kłosa, uzyskały większe wartości w warunkach rolnictwa ekologicznego. Wartości cechy MTZ w przeprowadzonych badaniach wskazują na minimalną różnicę pomiędzy uprawą konwencjonalną a ekologiczną. Podobnie w badaniach Kusia i in. [2010] pszenice pod względem dorodności ziarna nie wykazywały wyraźnej reakcji na system produkcji. Również w badaniach Kwiatkowskiego i Wesołowskiego [2005] intensyfikacja ochrony łanu jęczmienia wywołała jedynie niewielkie zmiany opisywanej cechy (MTZ).

Przedstawione w tabeli 4 wyliczenia dotyczące wkładu bezwzględnego, względnego oraz udziału poszczególnych elementów plonowania w plonie ziarna jęczmienia nagego pozwalają przypisać największy wpływ na kształtowanie się masy zbieranego plonu obsadzie kłosów jęczmienia przed zbiorem, w dalszej kolejności za końcową wielkość plonu odpowiada liczba ziaren określona w kwiatostanie.

Rozpatrując udział poszczególnych frakcji wielkości ziarna jęczmienia nagego w całości plonu, zauważono zdecydowaną przewagę obiektów nawożonych i chronionych konwencjonalnie nad poletkami pielęgnowanymi w sposób ekologiczny w przypadku frakcji o największej wielkości ziarniaków (tab. 5). Udział frakcji ziaren o wielkości powyżej 2,5 mm przekraczał połowę masy badanej próbki z uprawy konwencjonalnej, natomiast z uprawy ekologicznej podobnie liczna była frakcja o mniejszych wymiarach (2,2–2,5 mm).

Tabela 5. Procentowy udział frakcji ziarna jęczmienia jarego odmiany Rastik (średnio z lat 2011–2013)
Table 5. Percentage of fractions spring barley grain cultivar Rastik (mean for 2011–2013)

Frakcje ziarna Fraction of grain (mm)	System produkcji/ Production system	
	konwencjonalny conventional	ekologiczny ecological
> 2,5	50,2	37,5
2,5–2,2	25,7	45,8
2,2–1,6	16,8	14,4
< 1,6	7,4	2,4

Tabela 6. Skład chemiczny ziarna nieoplewionego jęczmienia jarego odmiany Rastik (średnio z lat 2011–2013)

Table 6. Chemical composition of spring barley grain cultivar Rastik (mean for 2011–2013)

Cecha Trait studied	System produkcji Production system		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	konwencjonalny conventional	ekologiczny ecological	
Zawartość skrobi/ Starch content (%)	57,71	58,19	r.n.
Zawartość BAW Nitrogen free extracts content (%)	80,34	81,70	r.n.
Zawartość białka/ Protein content (%)	14,01	12,74	0,97
Zawartość tłuszczu/ Fat content (%)	1,61	1,58	r.n.
Zawartość włókna/ Fibre content (%)	1,95	2,01	r.n.
Zawartość popiołu/ Ash content (%)	2,08	1,98	0,08

r.n. – różnica nieistotna/ non significant difference

Na skład chemiczny i zawartość składników pokarmowych w ziarnie jęczmienia jarego wywierają wpływ różne czynniki, w literaturze opisane zostały związki jakości ziarna z poziomem ochrony i nawożenia, przebiegiem warunków pogody podczas wegetacji, rodzajem gleby oraz odmianą [Pawłowski i Wesołowski 1988, Smagacz 1998, Sykut i in. 1998, Wesołowski i Kwiatkowski 2000]. Uzyskane z przeprowadzonego doświadczenia wyniki własne (tab. 6) dotyczą w największym stopniu wpływu ochrony i nawożenia na jakość ziarna, choć również są wypadkową pozostałych wymienionych czynników działających w czasie prowadzenia badań (pogoda) i związanych z miejscem ich prowadzenia (gleba) oraz odmianą. W referowanych badaniach pod wpływem systemów produkcji zaobserwowano tylko istotne zmiany zawartości białka i popiołu w ziarnie. Na uwagę zasługuje większa o 1,3% zawartość białka, a o 0,1% zawartość popiołu w ziarnie jęczmienia uprawianego w oparciu o program chemicznej ochrony i nawożenia mineralnego niż z obiektów ekologicznego systemu gospodarowania. Wykazano nieznaczny wzrost zawartości skrobi w masie ziarniaków w wyniku wyeliminowania chemicznych środków z technologii produkcji jęczmienia nagego. Pozostałe składniki pokarmowe, takie jak tłuszcz i włókno, nie podlegały wpływom badanych systemów rolni-

czych. Jedynie w zakresie zawartości białka uzyskane wyniki były zbieżne z wynikami badań Szumiło i Rachonia [2006], w których zawartość białka, tłuszczu, węglowodanów w ziarnie oplewionych i nagoziarnistych form jęczmienia jarego wzrastała pod wpływem zwiększonego nawożenia mineralnego roślin. Potwierdzeniem wpływu ochrony na jakość ziarna są też badania Kwiatkowskiego i Wesołowskiego [2005], z których wyciągnięto wniosek, że skład pokarmowy ziarna jęczmienia jarego najbardziej różnicowały sposoby pielęgnacji łąnu.

WNIOSKI

1. W warunkach uprawy ekologicznej stwierdzono istotną redukcję plonu ziarna jęczmienia nieoplewionego odmiany Rastik w porównaniu z systemem rolnictwa konwencjonalnego. Zniżka plonu wynosiła $0,41 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

2. Spadkowi plonu ziarna badanej formy jęczmienia jarego w warunkach rolnictwa ekologicznego nie zapobiegła uprawa tej rośliny w płodozmianie po bardzo dobrym przedplonie, jakim był burak cukrowy nawożony wysoką dawką obornika ($40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Uprawa ekologiczna jęczmienia odmiany Rastik dodatkowo wpłynęła na uziarnienie kłosów nagiego jęczmienia jarego.

3. Korzystniejsze warunki do tworzenia większej obsady kłosów na jednostce powierzchni i roślin o większej wysokości znajdował jęczmień jary nagoziarnisty chroniony i nawożony w sposób konwencjonalny.

4. Analiza udziału frakcji wielkości ziarna jęczmienia jarego wykazała korzystniejszy rozkład wielkości ziarniaków z obiektów konwencjonalnych. Ziarniaki z połowy badanej masy próbki kwalifikowały się do kategorii o największych wymiarach, podczas gdy ziarno ekologiczne jedynie w 37% spełniało zadane kryterium wielkości.

5. Systemy uprawy zmieniały istotnie zawartość w ziarnie jedynie białka i popiołu. Większe zawartości obu składników określono w ziarnie pochodzącym z uprawy konwencjonalnej.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., 1980. Studia nad uprawą roślin w monokulturze. II. Plonowanie roślin. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie, Rolnictwo 30, 99–107.
- Bojarczuk M., Bojarczuk J., 1990. Fitosanitarny aspekt oceny wartości przedplonów roślin zbożowych. Cz. III. Reakcja jęczmienia jarego na niekorzystne warunki fitosanitarne gleby spod różnych przedplonów. *Fragm. Agron.* 1, 44–55.
- Boros D., 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu drobiu. *Biul. IHAR*, 203, 241–256.
- Budzyński W., 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne – przegląd wyników badań krajowych. *ŻNTJ* 1, Supl., 11–25.
- 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.
- Čermák B., Moudrý J., 1998. Comparison of grain yield and nutritive value of naked and husked oats. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura* 66, 89–98.
- Gawrońska-Kulesza A., Roszak W., Lenart A., 1988. Stan fitosanitarny pszenicy ozimej i jęczmienia jarego uprawianych w monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 331, 291–295.

- Gąsiorowski H., 1997. Aspekty profilaktyczne jęczmienia i jego produktów. W: H. Gąsiorowski (red.), Jęczmień – chemia i technologia. PWRiL Poznań, 177–192.
- Gozdowski D., Wyszynski Z., Kalinowska-Zdun M., 2004. Plonowanie i jakość ziarna jęczmienia nieoplewionego w zależności od terminu siewu i poziomu nawożenia azotem. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 59(2), 931–940.
- Jelinowski S., Kuś J., Kamińska M., 1989. Wpływ stanowiska na plonowanie zbóż. *Fragm. Agron.* 3, 7–18.
- Jończyk K., Kawalec A., 2001. Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej. *Biul. IHAR*, 220, 35–43.
- Józefiak D., Rutkowski A., 2001. Rola węglowodanów nieskrobiowych w żywieniu drobiu. *Rocz. Nauk Zoot., Supl.* 13, 49–54.
- Klima K., Łabza T., 2010. Plonowanie i efektywność ekonomiczna uprawy owsa w siewie czystym i mieszanym w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. *ŻNTJ* 3, Supl., 141–147.
- Krajewski W.T., Szempliński W., Bielski S., 2013. Plonowanie nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego nawożonego azotem. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura*, 68(2), 18–29.
- Kuś J., Jończyk K., 2009. Produkcyjne i środowiskowe następstwa ekologicznego, integrowanego i konwencjonalnego systemu gospodarowania. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 54(3), 183–188.
- Kuś J., Jończyk K., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Mróz A., 2010. Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. *J. Res. Appl. Agric. Engin.* 55(3), 219–223.
- Kwiatkowski C., 2004. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej i oplewionej formy jęczmienia jarego w zależności od zróżnicowanej ochrony zasiewów. *Pam. Puł.* 135, 137–144.
- Kwiatkowski C., Wesołowski M., 2005. Jakość ziarna jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze w zależności od sposobu pielęgnacji łąnu. *Pam. Puł.* 139, 97–104.
- Kwiecień M., 2006. Wpływ jęczmienia nagoziarnistego na skład mineralny i wytrzymałość kości puszczelowych kurcząt brojlerów. *Acta Agrophys.* 8(3), 681–687.
- Lista odmian roślin rolniczych, 1999. COBORU, Słupia Wielka.
- Lista odmian roślin rolniczych, 2002. COBORU, Słupia Wielka.
- Liszewski M., 2008. Reakcja dwóch form jęczmienia jarego pastewnego na zróżnicowane technologie uprawy. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu*, 565, Rozprawy 254, ss. 108.
- Łopaciuk W., Drożdż J., Krzemiński M., Włodarczyk M., 2011. Rynek zbóż. Stan i perspektywy. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW, Warszawa, ss. 40.
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K., 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*Avena sativa* var. *nuda*). *ŻNTJ* 1, Supl., 273–278.
- Najewski A., 2005. Jęczmień. W: Lista opisowa odmian. Wyd. COBORU, Słupia Wielka, 1, 56–80.
- Niewiadomski W., Zawisłak K., 1979. Tolerancja jęczmienia jarego na uproszczenie zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 218, 31–37.
- Noworolnik K., 2007. Przydatność nagoziarnistych form jęczmienia i owsa do mieszanek z grochem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 516, 137–143.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T., 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.* 135, 213–222.
- Pawłowski F., Wesołowski M., 1986. Studia nad plonowaniem i zachwaszczeniem roślin w monokulturze. Cz. V. Pszenica ozima. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura*, 41(2), 9–21.
- Pawłowski F., Wesołowski M., 1988. Rola odmiany oraz poziomu agrotechniki w plonowaniu jęczmienia jarego w monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 331, 94–99.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A., 1999. Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. *ŻNTJ* 1, Supl., 253–259.

- Piech M., Nita Z., Maciorowski R., 2000. Porównanie przydatności owsa nagiego z oplewionym do uprawy w mieszkach z jęczmieniem. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo*, 58, 89–97.
- Rocznik Statystyczny, 2013. GUS, Warszawa.
- Rudnicki F., 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 3, 53–66.
- Rutkowski A., 1997. Ziarno jęczmienia w żywieniu zwierząt. W: H. Gąsiorowski (red.), *Jęczmień – chemia i technologia*. 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.
- Sadowska U., Głab T., 2011. Charakterystyka morfometryczna systemów korzeniowych jęczmienia nago- i okrytoziarnistego z zastosowaniem analizy obrazu. *Acta Sci. Pol., Technica Agraria* 10(3–4), 3–9.
- Smagacz J., 1998. Porównanie plonowania jęczmienia jarego i pszenżyta jarego uprawianych po przedplonach zbożowych. *Pam. Puł.* 112, 193–200.
- Smith C.H.M., Annison G., 1996. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition – toward a physiologically valid approach to their determination. *World's Poult. Sci. J.* 52, 203–221.
- Sykut S., Wojcieszka U., Ruszkowska M., Kusio M., 1998. Zawartość i akumulacja składników pokarmowych w jęczmieniu jarym w zależności od rodzaju gleby i poziomu nawożenia. *Pam. Puł.* 112, 221–227.
- Szempliński W., 2003. Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym. *Biul. IHAR*, 229, 147–156.
- Szumiło G., Rachoń L., 2006. Wpływ poziomów nawożenia mineralnego na plonowanie oraz jakość nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego i owsa. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura*, 61, 51–61.
- Wesołowski M., Kwiatkowski C., 1997. Reakcja niektórych odmian jęczmienia jarego na uprawę w krótkotrwałej monokulturze. *Fragm. Agron.* 4, 36–42.
- Wesołowski M., Kwiatkowski C., 2000. Plonowanie i zachwaszczenie mieszanek międzyodmianowych jęczmienia jarego w kilkuletniej monokulturze. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo* 325, 135–144.

Eksperyment był finansowany ze środków Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach zadania: Metody ochrony naturalnych wrogów szkodników oraz określenie zależności występowania chorób, szkodników i chwastów od płodozmianu, agrotechniki i występowania roślin sąsiadujących w uprawach polowych.

Summary. This paper presents the results of a field experiment, conducted in the period 2011–2013, which investigated the response of the naked barley cultivar 'Rastik' to the abandonment of the use of plant protection chemicals and mineral fertilizers resulting from the application of ecological agriculture practices. An attempt was made to compensate for the limitations arising from the assumptions of the ecological system by growing naked barley after a very good previous crop, which was sugar beet fertilized with an increased rate of farmyard manure. It was proved that the cultivation of spring naked barley in a field after sugar beet, but under the ecological system, did not guarantee comparable effects relative to those achieved under the conventional system conditions. Many of the studied traits had lower values under the ecological growing system compared to conventional systems.

Key words: farming systems, spring barley, naked barley, yielding, seeds quality, yield structure