

¹ Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
– Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

² Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii, Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

*e-mail: kos@iung.pulawy.pl

BOGUSŁAWA JAŚKIEWICZ^{1,*} , KATARZYNA PANASIEWICZ² 

Składniki pokarmowe w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od zmianowania i technologii produkcji

Nutrients in the grain of winter triticale depending on crop rotation
and production technology

Streszczenie. Pszenżyto jest cennym zbożem paszowym o wysokiej wartości odżywczej ziarna. Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego udziału zbóż w strukturze zasiewów, w warunkach różnej technologii, na zawartość składników pokarmowych w ziarnie wybranych trzech odmian pszenżyta ozimego. W warunkach monokultury zbożowej ziarno pszenżyta zawierało więcej węglowodanów i włókna surowego, natomiast przy 75-procentowym udziale zbóż w strukturze zasiewów – białka ogółem, tłuszczu i popiołu surowego. Przy intensywnej technologii produkcji stwierdzono w ziarnie pszenżyta więcej białka ogółem i węglowodanów, natomiast mniej tłuszczu surowego. Zawartość popiołu i włókna surowego nie zależała od technologii produkcji. Ziarno odmian ‘Fredro’ i ‘Alektó’ średnio z lat 2012/2013, 2014/2015 i 2015/2016 zawierało podobną ilość węglowodanów, mniej ich było w ziarnie odmiany ‘Cerber’, u której jednocześnie było najwięcej popiołu surowego. Zawartość włókna surowego w ziarnie była niższa u odmian ‘Cerber’ i ‘Fredro’ niż u odmiany ‘Alektó’. Opady wpłynęły na koncentrację zawartości węglowodanów i popiołu w ziarnie pszenżyta ozimego. Przy mniejszej sumie opadów i wyższej średniej temperaturze miesięcznej otrzymano wyższą zawartość białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego w ziarnie.

Słowa kluczowe: pszenżyto ozime, składniki pokarmowe, zmianowanie, technologia produkcji

WSTĘP

Pszenżyto to przede wszystkim zboże paszowe o wysokiej wartości odżywczej ziarna [Djeki i in. 2011, Jaśkiewicz i Szczepanek 2016, 2018]. Jego ziarno charakteryzuje się wysoką zawartością białka o bardzo dobrej strawności i korzystnym składzie amino-

kwasowym. Przy bilansowaniu paszy z udziałem pszenżyta należy jednak brać pod uwagę wciąż zmienny skład chemiczny jego ziarna. Zarówno niedobór, jak i nadmiar składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta może powodować obniżenie wartości biologicznej paszy [Brzóska i Śliwiński 2011].

Prowadzone są intensywne prace hodowlane zmierzające do udoskonalenia jakości pszenżyta uprawianego na cele konsumpcyjne, do produkcji mąki i wypieku chleba, dostarczającego białka i innych cennych składników pokarmowych [Tohver i in. 2005].

Plonowanie i jakość ziarna pszenżyta determinowane są w dużym stopniu czynnikami genetycznymi, agrotechnicznymi i siedliskowymi [Kozak i in. 2007, Jaśkiewicz i Szczepanek 2016, 2018, Jaśkiewicz i in. 2018]. Intensywność produkcji niekorzystnie wpływa na środowisko, dlatego alternatywą jest technologia integrowana. Ponadto należy dostosować technologię produkcji do wzrastającego udziału zbóż w strukturze zasiewów [Jaśkiewicz 2015]. Warto podkreślić, że niewłaściwe nawożenie azotem może prowadzić do obniżki plonów, zmniejszenia zawartości składników pokarmowych w ziarnie oraz dużego nagromadzenia azotanów w roślinie [Rahn 2000]. W literaturze [Janowska-Miąsik 2015, Jaśkiewicz i Szczepanek 2016, 2018, Jaśkiewicz i in. 2018] porusza się problem zawartości mikro- i makroelementów w ziarnie, składu aminokwasowego białka w ziarnie pszenżyta. Badania Brzóska i Śliwińskiego [2011] nad zawartością składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta mówią o ich ogólnej zawartości, ale nie uwzględniają jej zmian w zależności od zmianowania i intensywności technologii produkcji.

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego udziału zbóż w strukturze zasiewów w warunkach różnej technologii produkcji na zawartość składników pokarmowych w ziarnie wybranych trzech odmian pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2012/2013, 2014/2015 i 2015/2016 w Stacji Doświadczalnej IUNG-PIB w Osinach, na glebie zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa i IIIb. Doświadczenie trzyczynnikowe założono metodą split-plot, na poletkach o powierzchni 45 m², w czterech powtórzeniach. Siew wykonano 25 września. Ilość wysianych nasion wynosiła 3,5 miliona na 1 ha. Pszenżyto uprawiano w istniejących od ponad dwudziestu lat doświadczeniach polowych w monokulturze zbożowej (po pszenicy ozimej) i w płodozmianie z 75% udziałem zbóż w zmianowaniu (po rzepaku). Jednocześnie w ramach każdego płodozmianu badano dwie technologie produkcji - integrowaną i intensywną. Kolejnym czynnikiem badawczym były odmiany pszenżyta ozimego: 'Alektó' (forma krótkosłoma), 'Cerber' i 'Fredro' (o tradycyjnej długości słomy).

Zastosowane technologie różniły się poziomem nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami (tab. 1). W integrowanej technologii produkcji dawki nawozów potasowych i fosforowych były wyznaczone według zawartości tych składników w glebie. Całkowitą dawkę azotu wyznaczono na podstawie przewidywanego plonu i warunków glebowych, z uwzględnieniem rodzaju przedplonu i jego nawożenia. Wielkość pierwszej dawki (ruszenie wegetacji) uściślono na podstawie testu azotu mineralnego (N_{min}), który jest bezpośrednim wskaźnikiem ilości azotu glebowego dostępnego dla roślin. Wielkość drugiej dawki (faza strzelania

w żdźbło) korygowano na podstawie oceny stanu odżywienia roślin za pomocą testów roślinnych, oznaczając zawartość azotu ogólnego w liściach. W obiektach z technologią integrowaną ochronę przeciwko chwastom, chorobom i szkodnikom prowadzono zgodnie z metodyką zalecaną przez IOR [Korbas i Mrówczyński 2011]. Zabiegi ochronne przeciwko agrofagom stosowano po przekroczeniu progu szkodliwości. W technologii intensywnej stosowano herbicydy w fazie BBCH 22 oraz BBCH 31. W fazie BBCH 31 zastosowano fungicyd przeciw chorobom podsuszkowym, w BBCH 45 – przeciw mączniakowi prawdziwemu i septoriozie liści, a w fazie BBCH 71 zwalczano fuzariozę kłosa. Skrzypionkę eliminowano z użyciem insektycydu w fazie BBCH 45. Retardant zastosowano w fazie rozwojowej BBCH 32, w technologii integrowanej w zmniejszonej dawce. W fazie dojrzałości pełnej (BBCH 89) z każdego poletka pobrano próby ziarna do oznaczeń laboratoryjnych.

Oznaczenia zawartości składników pokarmowych przeprowadzono w Krajowym Laboratorium Pasz w Lublinie. W procesie mineralizacji prób na drodze mokrej (stężony H_2SO_4 + perhydrol) oznaczono metodą wagową – włókno surowe, metodą G. Bertranda – węglowodany, metodą wagową wg Soxhleta – tłuszcz surowy oraz metodą wagową w temperaturze $580^\circ C$ – popiół. Białko ogółem ($N \times 5,83$) określono metodą Kjeldahla.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica, metodą analizy wariancji ANOVA, a istotność stwierdzonych różnic oceniono testem Tukeya dla $\alpha \leq 0,05$.

Tabela 1. Nawozy mineralne i środki ochrony roślin zastosowane w pszenżycie ozimym
Table 1. Mineral fertilizers and plant protection products applied in winter triticale

| Wyszczególnienie Specification | | Technologia produkcji Production technology | |
|--|---|--|-------------------------|
| | | integrowana integrated | intensywna intensive |
| Nawożenie mineralne Mineral fertilization ($kg \cdot ha^{-1}$) | N (saletra amonowa – ammonium sulphate) | 100 | 150 |
| | P (superfosfat – superfosphate) | 30 | 35 |
| | K (sól potasowa – potassium salt) | 60 | 77 |
| Środki ochrony roślin (liczba zabiegów) Plant protection products (number of treatments) | herbicydy – herbicides | 1 | 3 |
| | fungicydy – fungicides | 1 | 3 |
| | insektycydy – insecticides | – | 1 |
| | retardanty – retardants | 1 | 1 |

Jesienią rośliny pszenżyta miały korzystne warunki do wzrostu i rozwoju (tab. 2). W październiku w 2012 r. stwierdzono dwukrotnie większe opady w stosunku do wielolecia. Rok 2013 od stycznia do czerwca charakteryzował się dużo większymi opadami w porównaniu z wieloleciem. Dwukrotnie więcej opadów było w styczniu i maju. Podobnie było w roku 2016 z wyjątkiem czerwca, ponieważ spadło o 42,1 mm mniej deszczu niż w wieloleciu. W 2015 r. w maju było o 51 mm więcej opadów. Wyjątkowo suchym miesiącem był lipiec w 2013 i 2015 r. Sezon wegetacyjny 2012/2013 i 2015/2016 odznaczał się podobną sumą opadów (605 i 585 mm). Mniejszą ilością opadów (383 mm), odbiegającą od średniej wieloletniej o 25%, stwierdzono w sezonie wegeta-

cyjnym 2014/2015. W latach 2012/2013 średnia temperatura powietrza była zbliżona do wielolecia, natomiast dwa pozostałe sezony wegetacyjne charakteryzowały się temperaturami wyższymi. Niemniej bardziej optymalny układ temperatur i opadów zanotowano w roku 2016.

Tabela 2. Charakterystyka warunków pogodowych
Table 2. Characteristics of weather conditions

| Czynniki pogodowe Weather factors | Miesiące Months | 2012/2013 | 2014/2015 | 2015/2016 | Wielolecie Multiplicity (1981–2010) | |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Temperatura Temperature (°C) | IX | 15,0 | 15,1 | 15,3 | 13,3 | |
| | X | 8,3 | 10,1 | 7,3 | 8,0 | |
| | XI | 5,5 | 4,9 | 5,2 | 2,8 | |
| | XII | -3,3 | 0,6 | 4,0 | -1,3 | |
| | I | -3,4 | 1,2 | -3,3 | -3,3 | |
| | II | -0,6 | 1,0 | 3,7 | -2,3 | |
| | III | -1,6 | 4,1 | 4,3 | 1,6 | |
| | IV | 8,8 | 8,6 | 9,6 | 7,8 | |
| | V | 15,5 | 13,9 | 15,6 | 13,5 | |
| | VI | 18,9 | 17,9 | 19,8 | 16,8 | |
| | VII | 18,7 | 20,4 | 20,1 | 18,5 | |
| | Opady Rainfall (mm) | IX | 21 | 12 | 118 | 51 |
| | | X | 81 | 22 | 27 | 43 |
| | | XI | 29 | 21 | 38 | 39 |
| XII | | 31 | 36 | 27 | 37 | |
| I | | 61 | 43 | 33 | 31 | |
| II | | 40 | 5 | 64 | 30 | |
| III | | 49 | 21 | 53 | 30 | |
| IV | | 46 | 28 | 38 | 40 | |
| V | | 103 | 108 | 72 | 57 | |
| VI | | 94 | 32 | 28 | 70 | |
| VII | | 48 | 55 | 87 | 84 | |

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta ozimego zależała od udziału zbóż w zmianowaniu, technologii produkcji, odmiany, a także od roku badań. Nie stwierdzono współdziałania w zawartości składników pokarmowych w zależności od badanych czynników doświadczenia, dlatego analizę wyników badań oparto na średnich obiektowych.

Zawartość składników pokarmowych w zależności od udziału zbóż w strukturze zasiewów zależała od roku badań. Przy 75-procentowym udziale zbóż w strukturze zasiewów stwierdzono wyższą zawartość białka ogółem (rok 2016), tłuszczu i popiołu surowego w ziarnie (rok 2013, 2016). Jednak w latach zbioru 2013 i 2015 czynnik ten nie różnicował zawartości składników pokarmowych. Zawartość białka była podobna przy 75- i 100-procentowym udziale zbóż w strukturze zasiewów w latach 2013 i 2015, tłuszczu

i popiołu surowego w roku 2015. Wyższą koncentrację węglowodanów i włókna surowego stwierdzono w warunkach monokultury zbożowej we wszystkich latach badań.

Zając i in. [2006] oraz Buraczyńska i Ceglarek [2009] stwierdzili, że na zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenżyta ozimego istotny wpływ oprócz warunków opadowo-termicznych wywierał przedplon. Ziarno pszenżyta ozimego wysiewanego w stanowiskach po grochu siewnym i mieszanki pszenżyta jarego, jak i pszenicy z 60-procentowym udziałem grochu siewnego odznaczało się istotnie większą zawartością białka ogólnego niż ziarno w stanowiskach po zbożach jarych, co świadczy o lepszym zaopatrzeniu pszenżyta ozimego w azot w tych stanowiskach.

Średnio, niezależnie od lat, stosowane w analizowanym doświadczeniu technologie produkcji istotnie różnicowały zawartość białka ogółem, tłuszczu surowego i węglowodanów w ziarnie pszenżyta (tab. 3, 4). W warunkach technologii intensywnej stwierdzono w ziarnie więcej o $10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. białka ogółem, o $1,42 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. węglowodanów i o $0,96 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. tłuszczu surowego niż w integrowanej. Zawartość popiołu i włókna surowego była podobna przy obu zastosowanych technologiach produkcji (tab. 4, 5).

Jak podają Domska i in. [1997], z uprawy pszenżyta ozimego na glebie lekkiej przy intensywnym nawożeniu azotem można uzyskać plon białka właściwego zbliżony do plonu białka pszenicy uprawianej w lepszych warunkach glebowych i nawożonej niższą dawką. Zastosowany przez Samborskiego i in. [2008] azot w dawce $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ zwiększał średnio względną zawartość białka w ziarnie o 17,2%, a w dawce $170 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ o 26,6% w stosunku do obiektu kontrolnego nienawożonego azotem. We wcześniejszych badaniach własnych [Jaśkiewicz i Szczepanek 2016] pszenżyto uprawiane w technologii intensywnej zawierało większą ilość białka ogółem w ziarnie w porównaniu z technologią integrowaną.

Janowska-Miąsik [2015] zaobserwowała tendencję do zmniejszania zawartości tłuszczu surowego w ziarnie w miarę wzrostu intensywności technologii produkcji, co nie potwierdziło się w analizowanych badaniach.

Stwierdzono wpływ czynnika genetycznego (odmianowego) na zawartość składników pokarmowych ziarna pszenżyta ozimego. W roku 2016 najwyższą zawartość białka ogółem w ziarnie stwierdzono u odmiany 'Alektó' ($180,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), natomiast u pozostałych odmian była ona podobna (tab. 2). W pozostałych latach badań zawartość białka ogółem u odmian nie różniła się istotnie.

Z badań Janowskiej-Miąsik [2015] wynika, że ziarno odmiany pszenżyta o niskiej zawartości białka ogółem jednocześnie zawierało mniej tłuszczu surowego, tj. $10,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Nie znajduje to potwierdzenia w badaniach własnych. Odmiana 'Fredro' w stosunku do odmian pozostałych miała podobną zawartość białka ogółem w dwóch latach badań, a jednocześnie charakteryzowała się najwyższą zawartością tłuszczu surowego (tab. 3).

Zawartość węglowodanów w ziarnie odmian pszenżyta była zróżnicowana w latach badań. Ziarno odmian 'Fredro' i 'Alektó' charakteryzowało się podobną ich zawartością (tab. 4). Najmniej węglowodanów ($16,78 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) zawierało ziarno odmiany 'Cerber', a jednocześnie najwięcej popiołu surowego ($17,22 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Zawartość popiołu surowego u pozostałych odmian była zbliżona w każdym roku zbioru. Podobną zawartość popiołu surowego ($16,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w ziarnie pszenżyta uzyskała w swoich badaniach Janowska-Miąsik [2015].

Według Dennett i Trethowan [2013] większa zawartość popiołu surowego w ziarnie odmian pszenżyta jest efektem nie tylko grubszej warstwy okrywy owocowo-nasiennej, ale także zwiększonej zawartości minerałów w całym ziarnie.

O wartości paszowej ziarna decyduje zawartość włókna surowego. Mniejszą ilością tego składnika odznaczały się odmiany ‘Cerber’ i ‘Fredro’, zaś największą ‘Alektto’ (28,6 g·kg⁻¹ s.m.). Potwierdzają to również wyniki badań Janowskiej-Miąsik [2015].

Średnia zawartość białka ogółem w ziarnie pszenżyta w roku 2016 była większa o 36,7 i 56,5 g·kg⁻¹ s.m. niż odpowiednio w roku 2015 i 2013 (tab. 3). Rok 2016 charakteryzował się nieco wyższą sumą opadów i średnią temperaturą powietrza, w porównaniu z wielolecieciem. Niemniej suma opadów w maju była mniejsza o 35,8 i 31,1 mm w stosunku do roku 2015 i 2013.

Tabela 3. Zawartość białka ogółem i tłuszczu surowego w ziarnie pszenżyta, g·kg⁻¹ s.m.
Table 3. Total protein and crude fat concentrations in triticale grain, g kg⁻¹ of d.m.

| Składniki pokarmowe Nutrients | Czynniki badawcze | | Rok zbioru – Year of harvest | | | Średnio Mean |
|---|--|---------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | 2013 | 2015 | 2016 | |
| Białko ogółem Total protein (N × 5,78) | udział zbóż w strukturze zasiewów percentage of cereals in sowing structure | 75% | 111,9 ^a | 127,7 ^a | 182,1 ^a | 140,6 ^a |
| | | 100% | 111,6 ^a | 135,3 ^a | 154,4 ^b | 133,8 ^b |
| | technologia produkcji production technology | integrowana integrated | 110,7 ^{a1} | 130,3 ^a | 155,5 ^b | 132,2 ^b |
| | | intensywna intensive | 12,8 ^a | 132,7 ^a | 181,0 ^a | 142,2 ^a |
| | odmiana cultivar | ‘Cerber’ | 111,4 ^a | 131,5 ^a | 161,8 ^b | 134,9 ^b |
| | | ‘Fredro’ | 111,7 ^a | 130,3 ^a | 162,9 ^b | 135,0 ^b |
| | | ‘Alektto’ | 112,0 ^a | 132,7 ^a | 180,1 ^a | 141,6 ^a |
| średnio – mean | | | 111,7 ^c | 131,5 ^b | 168,2 ^a | 137,2 |
| współczynnik zmienności – variation coefficient (%) | | | 17,7 | | | |
| Tłuszcz surowy Crude fat | udział zbóż w strukturze zasiewów percentage of cereals in sowing structure | 75% | 20,02 ^a | 13,80 ^a | 26,98 ^a | 20,3 ^a |
| | | 100% | 17,56 ^b | 13,64 ^a | 22,40 ^b | 17,87 ^b |
| | technologia produkcji production technology | integrowana integrated | 18,44 ^b | 12,96 ^b | 24,34 ^b | 18,58 ^b |
| | | intensywna intensive | 19,10 ^a | 14,48 ^a | 25,04 ^a | 19,54 ^a |
| | odmiana cultivar | ‘Cerber’ | 18,24 ^b | 13,20 ^b | 23,82 ^c | 18,42 ^b |
| | | ‘Fredro’ | 19,60 ^a | 14,49 ^a | 25,59 ^a | 19,89 ^a |
| | | ‘Alektto’ | 18,51 ^b | 13,50 ^b | 24,64 ^b | 18,88 ^b |
| średnio – mean | | | 18,78 ^b | 13,73 ^c | 24,68 ^a | 19,06 |
| współczynnik zmienności – variation coefficient (%) | | | 24,3 | | | |

^{a, b, c} istotne różnice – significant differences

W roku 2015 koncentracja tłuszczu surowego w ziarnie pszenżyta była prawie dwukrotnie niższa, natomiast w roku 2013 o 5,9 g·kg⁻¹ s.m. mniejsza w stosunku do roku 2016 (tab. 3). Posucha w roku 2015 (z wyjątkiem lipca) przyczyniła się do zmniejszenia zawartości tłuszczu surowego w stosunku do pozostałych lat. Analiza korelacji wykazała ujemną zależność korelacyjną między zawartością białka ogółem w ziarnie a sumą miesięcznych opadów (marzec-czerwiec) i dodatnią korelację ze średnią miesięczną temperaturą powietrza (marzec-lipiec) (tab. 6). Odmienne zależności odnośnie do sumy opadów odnotowano w okresie marzec-lipiec w przypadku zawartości węglowodanów i popiołu surowego w ziarnie (kwiecień-lipiec). Koncentracja tych składników w ziarnie była największa w roku 2013, który charakteryzował się dużo wyższymi opadami w porównaniu z wielolecie [Jaśkiewicz i in. 2018].

Tabela 4. Zawartość węglowodanów i popiołu surowego w ziarnie pszenżyta, g·kg⁻¹ s.m.
Table 4. Carbohydrates and crude ash concentrations in triticale grain, g kg⁻¹ of d.m.

| Składniki pokarmowe Nutrients | Czynniki badawcze | | Rok zbioru – Year of harvest | | | Średnio Mean |
|---|--|---------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | | 2013 | 2015 | 2016 | |
| Węglowodany Carbohydrates | udział zbóż w strukturze zasiewów percentage of cereals in sowing structure | 75% | 25,21 ^b | 12,34 ^b | 12,76 ^b | 16,77 ^b |
| | | 100% | 27,63 ^a | 13,17 ^a | 16,34 ^a | 19,05 ^a |
| | technologia produkcji production technology | integrowana integrated | 26,23 ^a | 11,62 ^b | 13,75 ^b | 17,20 ^b |
| | | intensywna intensive | 26,61 ^a | 13,89 ^a | 15,35 ^a | 18,62 ^a |
| | odmiana cultivar | ‘Cerber’ | 25,32 ^c | 12,48 ^b | 12,55 ^c | 16,78 ^b |
| | | ‘Fredro’ | 27,54 ^a | 12,85 ^a | 14,69 ^b | 18,36 ^a |
| | | ‘Alekto’ | 26,41 ^b | 12,92 ^a | 16,41 ^a | 18,58 ^a |
| średnio – mean | | | 26,42 ^a | 12,75 ^c | 14,55 ^b | 17,91 |
| współczynnik zmienności – variation coefficient (%) | | | 34,7 | | | |
| Popiół surowy Crude ash | udział zbóż w strukturze zasiewów percentage of cereals in sowing structure | 75% | 18,26 ^a | 16,80 ^a | 16,31 ^a | 17,12 ^a |
| | | 100% | 17,52 ^b | 16,28 ^a | 15,08 ^b | 16,29 ^b |
| | technologia produkcji production technology | integrowana integrated | 17,94 ^a | 16,26 ^a | 15,76 ^a | 16,65 ^a |
| | | intensywna intensive | 17,84 ^a | 16,82 ^a | 15,63 ^a | 16,76 ^a |
| | odmiana cultivar | ‘Cerber’ | 18,70 ^a | 16,99 ^a | 15,98 ^a | 17,22 ^a |
| | | ‘Fredro’ | 17,21 ^b | 16,36 ^b | 15,61 ^{ab} | 16,39 ^b |
| | | ‘Alekto’ | 17,76 ^b | 16,28 ^b | 15,48 ^b | 16,51 ^{ab} |
| średnio – mean | | | 17,89 ^a | 16,54 ^b | 15,69 ^c | 16,71 |
| współczynnik zmienności – variation coefficient (%) | | | 5,8 | | | |

^{a, b, c} istotne różnice – significant differences

Warunki hydrotermiczne w roku 2015 nie sprzyjały gromadzeniu tłuszczu surowego i węglowodanów w ziarnie pszenżyta (tab. 3, 4). W stosunku do roku 2013 zawartość tłuszczu surowego i węglowodanów zmniejszyła się odpowiednio o 5,05 i 13,67 g·kg⁻¹ s.m. W roku 2015 w odniesieniu do wielolecia odnotowano o 25% mniejszą ilość opadów i podobną średnią temperaturę powietrza w kwietniu, maju i czerwcu, natomiast marzec i lipiec były nieco cieplejsze (tab. 2).

Tabela 5. Zawartość włókna surowego w ziarnie pszenżyta, g·kg⁻¹ s.m.
Table 5. Crude fibre concentrations in triticale grain, g kg⁻¹ of d.m.

| Składnik pokarmowy Nutrient | Czynniki badawcze | | Rok zbioru – Year of harvest | | | Średnio Mean |
|---|--|---------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | 2013 | 2015 | 2016 | |
| Włókno surowe Crude fibre | udział zbóż w strukturze zasiewów percentage of cereals in sowing structure | 75% | 24,41 ^b | 28,14 ^b | 29,31 ^b | 27,29 ^b |
| | | 100% | 27,83 ^a | 30,30 ^a | 28,64 ^a | 28,92 ^a |
| | technologia produkcji production technology | integrowana integrated | 25,94 ^a | 28,96 ^a | 28,90 ^a | 27,93 ^a |
| | | intensywna intensive | 26,38 ^a | 29,51 ^a | 29,05 ^a | 28,31 ^a |
| | odmiana cultivar | ‘Cerber’ | 25,73 ^b | 28,85 ^b | 28,90 ^b | 27,83 ^b |
| | | ‘Fredro’ | 26,52 ^a | 29,01 ^b | 28,15 ^b | 27,89 ^b |
| | | ‘Aleкто’ | 26,11 ^{ab} | 29,84 ^a | 29,86 ^a | 28,60 ^a |
| średnio – mean | | 26,13 ^b | 29,23 ^a | 28,97 ^a | 28,11 | |
| współczynnik zmienności – variation coefficient (%) | | 5,6 | | | | |

^{a, b, c} istotne różnice – significant differences

Tabela 6. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta a warunkami pogodowymi

Table 6. Correlation coefficients of nutrients content in triticale grain and weather conditions

| Czynniki pogodowe Weather factors | Składniki pokarmowe Nutrients | Marzec March | Kwiecień April | Maj May | Czerwiec June | Lipiec July |
|---|----------------------------------|-----------------|-------------------|------------|------------------|----------------|
| Średnia miesięczna temperatura Mean monthly temperature (°C) | B | 0,72* | 0,64* | 0,89* | 0,64* | 0,83* |
| | T | 0,09 | 0,95* | 0,84* | -0,98* | -0,09 |
| | W | -0,97* | -0,21 | 0,55* | 0,15 | -0,98* |
| | P | -0,87* | -0,62* | 0,07 | -0,33 | -0,79* |
| Suma miesięczna opadów Rainfall (mm) | WS | 0,90* | 0,23 | 0,47* | 0,69* | 0,90* |
| | B | -0,87* | -0,96* | -0,88* | -0,70* | 0,01 |
| | T | 0,86* | 0,50* | -0,92* | -0,12 | 0,79* |
| | W | 0,52* | 0,87* | 0,97* | 0,47* | 0,54* |
| | P | 0,03 | 0,50* | 0,69* | 0,88* | 0,83* |
| | WS | -0,44* | -0,78* | -0,69* | -0,90* | 0,23 |

B – białko surowe – total protein, T – tłuszcz surowy – crude fat, W – węglowodany – carbohydrates, P – popiół – crude ash, WS – włókno surowe – crude fibre

* Współczynnik korelacji istotny przy $P < 0,05$ – The correlation coefficients are significant $P < 0,05$

W roku 2013 zawartość włókna surowego w ziarnie była istotnie mniejsza o 3,10 i 2,84 g·kg⁻¹ s.m. niż odpowiednio w roku 2015 i 2016 i ujemnie skorelowana z sumą opadów od marca do czerwca (tab. 5, 6).

Z badanych składników pokarmowych ziarna najmniejszą zmiennością charakteryzowała się zawartość włókna surowego (5,6%), nieco większą – zawartość popiołu surowego (5,8%), a największą – węglowodanów (34,7%) (tab. 4, 5).

WNIOSKI

1. W warunkach monokultury zbożowej ziarno pszenżyta zawierało więcej węglowodanów i włókna surowego, natomiast w warunkach 75-procentowego udziału zbóż w strukturze zasiewów ziarno zawierało więcej białka ogółem, tłuszczu i popiołu surowego.

2. Przy intensywnej technologii produkcji stwierdzono w ziarnie pszenżyta więcej białka ogółem, węglowodanów i tłuszczu surowego. Zawartość popiołu i włókna surowego nie zależała od technologii produkcji.

3. Ziarno odmian 'Fredro' i 'Alektó' charakteryzowało się zbliżoną zawartością węglowodanów, a mniej ich było u odmiany 'Cerber', która jednocześnie zawierała najwięcej popiołu surowego. Zawartość włókna surowego w ziarnie była mniejsza u odmian 'Cerber' i 'Fredro' niż u 'Alektó'.

4. Warunki hydrotermiczne w latach badań różnicowały zawartość badanych składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta ozimego. Opady większe od sumy wieloletniej wpłynęły na koncentrację zawartości węglowodanów i popiołu surowego. W roku z mniejszą miesięczną sumą opadów i wyższą średnią temperaturą miesięczną w stosunku do wielolecia otrzymano wyższą zawartość białka ogólnego, tłuszczu i włókna surowego w ziarnie pszenżyta ozimego.

PIŚMIENNICTWO

- Buraczyńska D., Ceglarek F., 2009. Plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od przedplonu. *Fragm. Agron.* 26(1), 9–18.
- Brzóška F., Sliwiński B., 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości. *Wiad. Zoot.* 2, 11–23.
- Dennett A.L., Trethowan R.M., 2013. Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. *J. Cereal Sci.* 57, 527–530. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.03.002>
- Djekic V., Mitrovic S., Milovanovic M., Djuric N., Kresovic B., Tapanarova A., Djermanovic V., Mitrovic M., 2011. Implementation of triticale in nutrition of non-ruminant animals. *Afric. J. Biot.* 10(30), 5697–5704. <https://doi.org/10.5897/AJB10.986>
- Domska D., Koc J., Procyk Z., Rogalski L., Rytelowski A., 1997. Porównanie wpływu zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na zawartość białka i jego jakość w ziarnie pszenżyta, pszenicy i żyta uprawianych w północno-wschodniej Polsce. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo* 75(175), 91–97.
- Janowska-Miąsik E., 2015. Reakcja polskich odmian pszenżyta ozimego na wybrane elementy agrotechniki. *Wyd. Uniw. Rzeszowski. Praca doktorska*, 1–139.
- Jaśkiewicz B., Jasińska M., 2019. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od wybranych elementów agrotechniki. *Pol. J. Agron.* 37, 16–21. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.379.2019.37.03>
- Jaśkiewicz B., 2015. Wpływ technologii produkcji na plonowanie pszenżyta ozimego w warunkach różnego udziału zbóż w strukturze zasiewów. *Pol. J. Agron.* 23, 11–17.

- Jaśkiewicz B., Grabiński J., Ochmian I., 2018. Productivity of winter triticale depending on type of tillage in crop rotation. Proceedings of 17th International Scientific Conference „Engineering for Rural Development”, Jelgava, Latvia, 23–24.05, 491–496. <https://doi.org/10.22616/ERDev2018.17.N075>
- Jaśkiewicz B., Szczepanek M., 2016. Crop management and variety have influence on alkylresorcinol content in triticale grain. Acta Agr. Scan., Sect. B, Soil Plant Sci. 66(7), 570–574. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1201139>
- Jaśkiewicz B., Szczepanek M., 2018. Amino acids content in *Triticale* grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. Latvia University of Life Sciences and Technologies, Proceeding of 24th International Scientific Conference, Jelgava, Vol. 2, 28–35. <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.047>
- Korbas M., Mrówczyński M., 2011. Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego. IOR, Poznań, 1–189, <https://www.ior.poznan.pl/plik,1549,metodyka-integrowanej-ochrony-pszenzyta-ozimego-i-jarego-dla-producentow-pdf-wersja-booklet-ksiazeczka-do-zszycia-na-srodku-strony.pdf> [dostęp 5.02.2020]
- Kozak M., Samborski S., Rozbicki J., Mądry W., 2007. Winter triticale grain yield, a comparative study of 15 genotypes. Acta Agr. Scand., Sect. B – Soil Plant Sci. 57, 263–270. <https://doi.org/10.1080/09064710600931230>
- Rahn C.R., 2000. Nitrogen and field production of vegetable crops. Acta Hort. 533, 361–370. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.533.44>
- Samborski S., Gozdowski D., Rozbicki J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na jakość ziarna odmian tradycyjnych i krótkosłomych pszenżyta ozimego. Fragm. Agron. 1(97), 372–390.
- Tohver M., Kann A., Täht R., Mihhalevski A., Hakman J., 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. Food Chem. 89, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.079>
- Zajac T., Szafranski W., Gierdziewicz M., Pieniek J., 2006. Plonowanie pszenżyta ozimego uprawianego po różnych przedplonach. Fragm. Agron. 23(2), 174–184.

Źródło finansowania badań: Pracę wykonano w ramach zadania 2.4 programu wieloletniego IUNG-PIB.

Summary. Triticale is a valuable feed grain with high nutritional value. The aim of the study was to determine the effect of varied percentages of cereals in sowing structure, under different technologies, on the content of nutrients in grains of three selected cultivars of winter triticale. Under monoculture, triticale grains contained more carbohydrates and crude fiber, while under 75% share of cereals in the sowing structure, more protein, fat and crude ash. Under intensive production technology, triticale grains contained more total protein and carbohydrates, while less crude fat. Ash and crude fiber contents did not depend on production technology. On average from the years of the study, grains of ‘Fredro’ and ‘Alektó’ cultivars contained a similar content of carbohydrates, while less of them was found in the grains of ‘Cerber’ cultivar, which simultaneously, had the highest content of crude ash. The crude fiber content in the grains was lower in ‘Cerber’ and ‘Fredro’ than in ‘Alektó’. Precipitation affected the concentration of carbohydrate and ash content in the grain of winter triticale. With lower total precipitation and higher average monthly temperature, higher contents of total protein, crude fat and crude fiber in the grains, were obtained.

Key words: winter triticale, nutrients, crop rotation, production technology

Otrzymano/ Received: 21.02.2020
Zaakceptowano/ Accepted: 17.06.2020