



Projekt ENERGYFEED „Strategia zapewnienia i ewaluacji bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta”, finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, w ramach programu „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” BIOSTRATEG, na podstawie umowy nr BIOSTRATEG2/297910/12/NCBR/2016.

INSTRUKCJA WDROŻENIOWA

Wartość paszowa żyta na tle innych zbóż – substancje odżywcze i antyżywniowe

**Danuta Boros, Marlena Gzowska, Magdalena Wiśniewska,
Piotr Micek, Patrycja Rajtar**

Instytut Hodowli Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Radzików, luty 2020



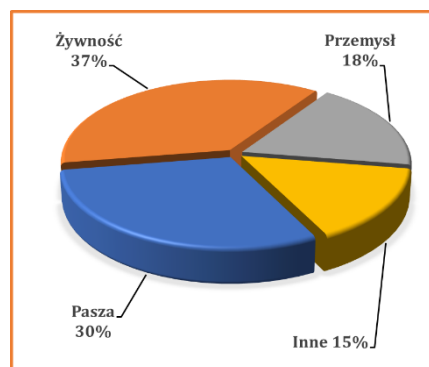
Przedstawione wyniki badań są częścią projektu EnergyFeed realizowanego w latach 2016-2020, który miał na celu zapewnienie i ewaluację bazy tanich, efektywnych i bezpiecznych paszowych surowców energetycznych do produkcji zwierzęcej w oparciu o zasoby krajowe, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych odmian żyta.

WSTĘP

Żyta ma długą tradycję uprawy w Polsce i wiąże się to z jego wieloma korzystnymi cechami. Może być uprawiane na każdej glebie, jednakże na glebach lekkich i średnich, zazwyczaj zakwaszonych i o małej dostępności wody, daje zadowalające plony, znacznie wyższe niż pszenica. Gleby takie, charakteryzujące się słabą żyznością i niską zasobnością w składniki pokarmowe, zajmują przeważającą powierzchnię gruntów ornich w naszym kraju. Żyto cechuje się dużym przystosowaniem do uprawy w strefie klimatu chłodnego i umiarkowanego, odznacza się więc małymi wymaganiami cieplnymi i dużą odpornością na mróz. Ma także dużą zdolność wykorzystywania trudno przyswajalnych składników pokarmowych z gleby. W porównaniu z innymi zbożami, jest gatunkiem bardzo odpornym na choroby i szkodniki, o małych wymaganiach nawozowych, a przez to wysoce przydatnym do uprawy w warunkach rolnictwa zrównoważonego i ekologicznego. Między innymi z tego względu ziarno żyta i produkty z niego otrzymywane są zaliczane do tzw. „zdrowej żywności”.

Z uwagi na areal uprawy i produkcję ziarna, żyto, obok pszenżyta, jest uważane za "polskie zboże". Do połowy lat 80-tych minionego stulecia w Polsce uprawiano żyto na powierzchni około 3 mln ha. Pomimo drastycznego spadku arealu uprawy żyta na przestrzeni ostatnich 30 lat, Polska przoduje pod tym względem w krajach Unii Europejskiej. Według danych GUS, w sezonie 2018/2019 żyto uprawiano na powierzchni blisko 904 tys. ha oraz zebrano około 2,5 mln ton ziarna. W skali UE stanowi to blisko 35% całkowitej produkcji ziarna żyta, prawie tyle samo co Niemcy.

Ziarno żyta może być użytkowane w wieloraki sposób, przede wszystkim jako zboże chlebowe i paszowe, ale także w przemyśle spirytusowym i jako substrat do produkcji energii odnawialnej.



Struktura wykorzystania ziarna żyta w 2019 roku w Polsce

W ostatnich latach odnotowano zmianę sposobu wykorzystania ziarna żyta w naszym kraju, co ilustruje powyższy rysunek. W roku ubiegłym, najwięcej żyta (37%) użyto do produkcji żywności. Wpływ na to, z całą pewnością, ma akcja upowszechniająca „zdrowy” sposób odżywiania się w naszym społeczeństwie, w tym potrzebę zwiększenia spożycia produktów otrzymanych z całego ziarna żyta, jako bogatego źródła błonnika pokarmowego i innych składników bioaktywnych, o działaniu prozdrowotnym. Na rynku pojawiło się wiele nowych produktów otrzymywanych z ziarna żyta, chętnie kupowanych przez Polaków, jak pieczywo chrupkie, makarony czy płatki śniadaniowe. Wzrosło także spożycie pieczywa razowego. Znacząca część produkcji ziarna żyta (30%)

jest tradycyjnie wykorzystana na cele paszowe. Zboże to nie cieszy się dobrą opinią w żywieniu zwierząt nieprzeżuwających, głównie z powodu obecności pentozanów rozpuszczalnych w wodzie (chemiczna nazwa - arabinoksylany). Pentozany są to związki z grupy polisacharydów, które stanowią składnik błonnika pokarmowego ziarna zbóż. Ziarno żyta ma najwięcej tych związków pośród wszystkich zbóż. Trzeba jednak nadmienić, że duża zawartość w ziarnie żyta pentozanów rozpuszczalnych w wodzie wpływa korzystnie na zdrowie i dobrostan ludzi oraz na wartość wypiekową mąki żytniej. W żywieniu zwierząt nieprzeżuwających, szczególnie młodych kurcząt, związki te powodują obniżenie spożycia i wagi ciała, wydalanie mokrych i lepkich kałków, a w efekcie gorsze wykorzystanie paszy i wszystkich składników pokarmowych oraz energii. Z tego powodu są one zaliczane do substancji antyżywniowych.

Intensywne prace hodowlane i uzyskany tą drogą istotny postęp hodowlany doprowadziły do wprowadzenia do praktyki rolniczej nowoczesnych odmian żyta, wysokoplonujących, bardziej odpornych na stesy biotyczne i abiotyczne. W Polsce, w uprawie żyta stale dominują odmiany populacyjne, w których duży udział ma żyto o nieznanym pochodzeniu genetycznym, rozmnażane przez lata u rolników, nisko plonujące i dające często ziarno złej jakości. Zaznacza się jednakże stopniowy wzrost odmian mieszańcowych w strukturze zasiewów żyta, ma to miejsce głównie w gospodarstwach wielkoobszarowych.

Rola ziarna żyta w żywieniu zwierząt

Podobnie jak w przypadku innych zbóż, duża zawartość suchej masy w ziarnie żyta, w granicach 88-91%, umożliwia długie przechowywanie, z zachowaniem wysokiej jakości. W żywieniu zwierząt ziarno żyta pełni taką samą rolę jak ziarno innych zbóż i stanowi:

- podstawowy składnik mieszanek paszowych,
- podstawowe źródło energii (11–14 MJ EM/kg), o czym decyduje duża ilość skrobi,
- znaczące źródło białka, białko jednakże ubogie w lizynę, treoninę i metioninę,
- jest ważnym źródłem witamin z grupy B,
- źródło fosforu (w natywnym ziarnie jest nieprzyswajalny) i potasu,

WYNIKI

Przydatność żyta jako surowca paszowego badano na podstawie zawartości endogennych składników odżywczych i antyżywniowych w ziarnie wybranych odmian mieszańcowych i populacyjnych, na tle ich zawartości w ziarnie odmian innych gatunków zbóż, jak pszenicy, pszenżyta i jęczmienia.

<i>Odmiany zbóż ozimych wybrane do badań zawartości substancji odżywczych i antyżywniowych w ziarnie oraz miejsce ich reprodukcji i rok zbioru</i>		
Zboże/odmiana	Miejscowość	Rok zbioru
Żyto mieszańcowe - KWS Binnatto		
Żyto mieszańcowe - KWS Serafino	Boguszyn	2017, 2018, 2019
Żyto populacyjne - Dańkowskie Granat	Krzyżewo	2017, 2018, 2019
Żyto populacyjne - NN	Prusim	2017, 2018, 2019
Pszenica ozima - Artist	Walewice	2017, 2018, 2019
Pszenżyto - Meloman	Wyczechy	2017, 2018, 2019
Jęczmień wielorzędowy - KWS Kosmos		

Ziarno czterech gatunków zbóż, łącznie siedem odmian, w tym cztery odmiany żyta, było rozmnażane w pięciu miejscowościach o zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych, przez trzy lata (tabela powyżej). Przedstawione wyniki zawartości

badanych składników ziarna zbóż są wartościami średnimi z trzech lat zbioru i pięciu miejscowości ich rozmnażania.

Składniki odżywcze ziarna żyta w porównaniu do ziarna innych zbóż

Składniki odżywcze są to substancje chemiczne dostarczane do organizmu wraz z pokarmem, które trawione w przewodzie pokarmowym dostarczają składników niezbędnych do jego prawidłowego funkcjonowania. W organizmie pełnią trzy podstawowe funkcje, budulcową, energetyczną i regulującą. Głównymi składnikami odżywczymi ziarna zbóż są: skrobia, białko, tłuszcz, składniki mineralne, cukry wolne i witaminy.

Porównanie zawartości składników odżywczych w ziarnie zbóż ozimych

(wartości średnie z 6 lokalizacji uprawy i lat zbioru 2017-2019)

Gatunek zboża/odmiana	Skrobia	Białko	Składniki mineralne	Tłuszcz	Włókno surowe	Pozostałe (BAW)
Żyto mieszane - Binnitto	63,6	10,2	1,7	1,7	1,8	21,0
Serafino	64,1	10,4	1,7	1,6	1,7	20,4
Żyto populacyjne - Dańkowskie Rubin	63,3	11,3	1,7	1,7	1,7	20,2
NN pochodzenia	64,1	11,7	1,7	1,5	1,6	19,4
Żyto - wartość średnia	63,8	10,9	1,7	1,6	1,7	20,3
Pszenica - Artist	69,3	13,6	1,6	1,7	1,9	12,0
Pszenżyto - Meloman	67,0	12,2	1,9	1,7	1,9	15,3
Jęczmień - Kosmos	55,2	12,7	2,2	2,5	6,3	21,0
Żyto mieszane	63,8	10,3	1,7	1,7	1,8	20,7
Żyto populacyjne	63,7	11,5	1,7	1,6	1,7	19,8

Badane odmiany żyta nie różniły się znacznie pod względem zawartości składników odżywczych, jedynie odmiany mieszane miały mniej białka, o ponad 1 jednostkę procentową, w porównaniu do odmian populacyjnych. W odniesieniu do ziarna innych zbóż, żyto charakteryzowało się mniejszą zawartością skrobi, z wyjątkiem ziarna jęczmienia odmiany Kosmos, a także białka oraz włókna surowego.

Wpływ warunków klimatycznych na zawartość składników odżywczych

Rok zbioru	Skrobia	Białko	Składniki mineralne	Tłuszcz	Włókno surowe	Pozostałe (BAW)
2017	68,9	11,8	1,8	1,7	2,1	13,8
2018	65,3	11,5	1,6	1,6	1,8	18,2
2019	58,0	11,9	2,0	1,1	3,4	23,6

Warunki pogodowe miały znacznie większy wpływ na zawartość składników odżywczych aniżeli warunki glebowe. Ziarno zebrane w roku 2019, w którym odnotowano wysokie temperatury i brak opadów w okresie wiosenno-letnim, charakteryzowało się mniejszą zawartością skrobi i tłuszczu oraz wzrostem ilości włókna surowego, w porównaniu do ziarna zebranego w 2017 i 2018 roku. Z dużym prawdopodobieństwem zmiany te były spowodowane skróceniem okresu wegetacji, w następstwie czego ziarno było drobniejsze i gorzej wypełnione.

Wartość odżywcza białka zbóż jest zależna nie tylko od jego ilości, ale także od składu aminokwasowego, a ściślej od zawartości aminokwasów egzogennych, których organizmy zwierząt nie są w stanie same wytworzyć i muszą być dostarczone w paszy. Pod względem zawartości aminokwasów egzogennych białko żyta jest bardziej wartościowe. Badane odmiany żyta miały średnio o 28% więcej lizyny, aminokwasu w pierwszym rzędzie ograniczającym wykorzystanie białka zbóż, aniżeli pszenica. Wyniki badań niniejszego projektu potwierdziły wyniki innych badań, wskazując że w

porównaniu do białka podstawowych gatunków zbóż, białko pszenicy jest najuboższe w lizynę. Wykazano ponadto różnice w zawartości lizyny między badanymi zytami. Żyto odmiany Binnitto miało w białku 3,6% lizyny, a to o nieznanym pochodzeniu 2,9%. Koncentracja aminokwasów w białku danego gatunku zboża jest zależna od ilości białka w ziarnie. Im więcej białka w ziarnie tym to białko jest uboższe w aminokwasy egzogenne.

Skład aminokwasowy białka ziarna zbóż ozimych

(g/100g białka)

Gatunek zboża/odmiana	Lys	Thr	Met+cys	Ile
Żyto mieszańcowe - Binnitto	3,6	2,9	3,7	2,8
Serafino	3,2	2,7	3,8	2,7
Żyto populacyjne - Dańkowskie Rubin	3,2	2,8	3,8	3,0
NN pochodzenia	2,9	2,4	3,6	2,9
Żyto - wartość średnia	3,2	2,7	3,7	2,8
Pszenica - Artist	2,5	2,4	3,5	3,7
Pszenżyto - Meloman	2,8	2,5	3,5	3,3
Jęczmień - Kosmos	2,9	2,5	3,4	3,2
Żyto mieszańcowe	3,4	2,8	3,8	2,8
Żyto populacyjne	3,0	2,6	3,7	2,9

Lepszy skład aminokwasowy białka żyta w porównaniu z białkiem innych zbóż wiąże się z większym udziałem w nim frakcji albumin i globulin, zlokalizowanych w zarodku i warstwie aleuronowej ziarniaka, a mniejszym udziałem frakcji białek glutenowych znajdujących się w bielmie, jak prolamin i glutelin (Kulka i Grzesiuk, 1988).

Składniki antyżywieniowe ziarna żyta w porównaniu do ziarna innych zbóż

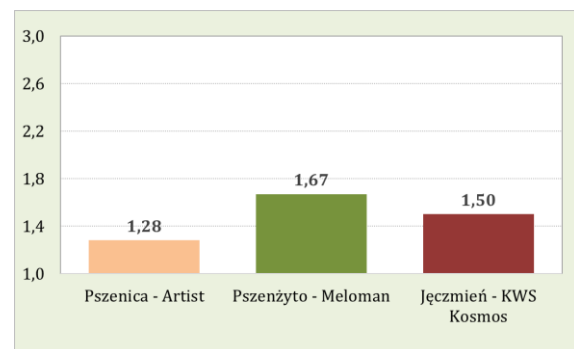
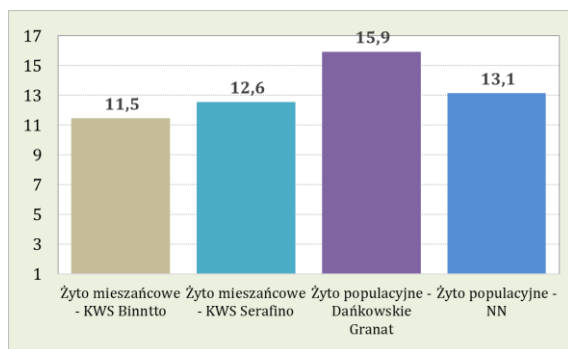
Ziarno analizowano pod względem zawartości 18 składników, którym przypisuje się niekorzystny wpływ na parametry produkcyjne zwierząt gospodarskich. Składnikami tymi były włókno pokarmowe wraz z jego poszczególnymi komponentami, jak nieskrobiowe polisacharydy (NSP), z podziałem na frakcję rozpuszczalną i nierozpuszczalną w wodzie, β -glukan oraz lignina. Analiza NSP umożliwiła obliczenie zawartości arabinoksylianów ogółem (T-AX), a także ich frakcji rozpuszczalnej (WE-AX) oraz nierozpuszczalnej w wodzie (WUE-AX). Arabinoksyliany (pentozany) rozpuszczalne w wodzie, o czym wcześniej wspomniano, uważa się za główny składnik ziarna żyta odpowiedzialny za gorsze efekty żywieniowe u zwierząt karmionych tym zbożem. Związki te charakteryzują się dużą wodochłonnością, a w wodzie tworzą bardzo lepkie roztwory (Boros, 2002). Właściwość arabinoksylianów do tworzenia lepkich roztworów jest głównym czynnikiem antyżywieniowym. Z tego względu zboża zostały scharakteryzowane pod względem lepkości ekstraktu wodnego ziarna (WEV). Oznaczono zawartość również innych związków, którym przypisuje się działanie antyżywieniowe, jak alkilorezorcynoli (AR), związków fenolowych ogółem (TPC) oraz inhibitora trypsyny (TUI).

Wyniki badań pokazały, że odmiany i gatunki zbóż różniły się znacznie w zawartości składników antyżywieniowych. W odniesieniu do każdego analizowanego składnika, na różnice największy wpływ miał gatunek zboża i odmiana, następnie rok zbioru ziarna, a w najmniejszym stopniu miejsce wyprodukowania ziarna. Nie stwierdzono różnic w zawartości włókna pokarmowego oraz jego głównych składników w ziarnie badanych odmian żyta, z wyjątkiem rozpuszczalnych polisacharydów, której to frakcji istotnie więcej było w ziarnie odmiany mieszańcowej Serafino, aniżeli w ziarnie odmiany mieszańcowej Binnitto i żyta NN.

Zawartość włókna pokarmowego (TDF) oraz jego komponentów w ziarnie zbóż w zależności od gatunku, odmiany, miejsca i roku zbioru

Zboże/miejscowość/rok	NSP rozpuszczalne	WE-AX	NSP ogółem	β-glukan	Lignina	TDF
Żyto mieszańcowe - KWS Binntto	4,24 ^c	2,46^c	12,9 ^b	2,15 ^b	2,44 ^c	15,3^b
Żyto mieszańcowe - KWS Serafino	4,57 ^b	2,65^a	13,0 ^b	2,18 ^b	2,45 ^c	15,4^b
Żyto populacyjne - Dańkowskie Granat	4,37 ^{bc}	2,51^{bc}	12,8 ^b	2,09 ^{bc}	2,40 ^c	15,2^b
Żyto populacyjne - NN	4,33 ^c	2,59^{ab}	12,8 ^b	2,02 ^c	2,40 ^c	15,2^b
Pszenica ozima - Artist	2,25 ^d	1,05^e	9,4 ^d	0,61 ^e	2,72 ^b	12,1^c
Pszenżyto - Meloman	2,27 ^d	1,16^d	9,9 ^c	0,89 ^d	2,37 ^c	12,3^c
Jęczmień wielorzędowy - KWS Kosmos	5,01 ^a	0,70^f	16,5 ^a	4,24 ^a	5,24 ^a	21,7^a
NIR	0,213	0,107	0,369	0,100	0,246	0,496
Boguszyn	4,85 ^a	1,83^b	12,5 ^{ab}	2,04 ^a	15,4 ^{ab}	15,4^{ab}
Krzyżewo-Marianowo	4,65 ^b	1,84^b	12,4 ^b	2,00 ^{ab}	15,1 ^b	15,1^b
Prusim	4,84 ^a	1,97^a	12,7 ^a	1,95 ^b	15,7 ^a	15,7^a
Walewice	4,58 ^b	1,83^b	12,2 ^b	2,07 ^a	15,1 ^b	15,1^b
Wyczechy	4,69 ^b	1,90^{ab}	12,4 ^{ab}	2,07 ^d	15,3 ^b	15,3^b
NIR	0,138	0,084	0,289	0,078	0,388	0,388
2017 rok zbioru	4,14 ^b	2,45^a	11,7 ^c	1,95 ^c	14,8 ^b	14,8^b
2018 rok zbioru	4,99 ^b	1,78^b	13,0 ^a	2,02 ^b	15,7 ^a	15,7^a
2019 rok zbioru	5,03 ^a	1,59^c	12,7 ^b	2,11 ^a	15,5 ^a	15,5^a
NIR	0,091	0,055	0,191	0,052	0,257	0,257

Większa ilość rozpuszczalnych polisacharydów w ziarnie odmiany żyta Serafino była związana z większą ilością w niej frakcji rozpuszczalnej pentozanów (WE-AX). Ziarno jęczmienia odmiany Kosmos charakteryzowało się największą ilością włókna pokarmowego oraz jego głównych składników w porównaniu do ziarna odmian pozostałych gatunków zbóż, z wyjątkiem pentozanów. Odmiana Kosmos jest tradycyjną, oplewioną formą jęczmienia ozimego, w której łuska stanowi około 20% masy ziarniaka. Łuska zbudowana jest przede wszystkim z ligniny i nierozpuszczalnej celulozy. W odróżnieniu od ziarna pszenicy, pszenżyta i żyta, głównym składnikiem polisacharydowym włókna pokarmowego ziarna jęczmienia jest β-glukan. W przypadku jęczmienia średnio 30% β-glukanu stanowi frakcja rozpuszczalna w wodzie, która jest odpowiedzialna za lepkość ekstraktów wodnych ziarna jęczmienia. Spośród badanych gatunków zbóż, najmniejszą ilością włókna pokarmowego charakteryzowało się ziarno pszenicy i pszenżyta. Ziarno odmiany pszenżyta Meloman miało jednakże więcej pentozanów rozpuszczalnych i β-glukanu ogółem aniżeli ziarno pszenicy Artist.



Porównanie lepkości wodnego ekstraktu ziarna 4 odmian żyta oraz odmian pszenicy, pszenżyta i jęczmienia

W odniesieniu do właściwości tworzenia lepkich roztworów, lepkość ekstraktów ziarna żyta była większa 10-krotnie niż lepkość ekstraktu ziarna pszenicy, 9-krotnie niż ziarna jęczmienia i 8-krotnie niż ziarna pszenżyta. Odmiany żyta różniły się ponadto między

sobą pod względem tej cechy. Ziarno odmiany populacyjnej Dańkowskie Granat charakteryzowało się istotnie większą wartością WEV (15,9 mPa.s) w porównaniu do wartości uzyskanych dla ziarna pozostałych odmian żyta, w zakresie 11,5 do 13,1 mPa.s. W przewodzie pokarmowym właściwości tworzenia lepkich roztworów skutkują zmniejszeniem spożycia oraz obniżeniem strawności składników pokarmowych. Oznaczając WEV należy zwrócić uwagę na porażenie ziarna przez bakterie i grzyby oraz stopień porośnięcia ziarniaka, co może istotnie modyfikować wartość tej cechy niezależnie od zawartości WE-AX i ich budowy strukturalnej.

<i>Zawartość cukrów wolnych (FS), związków fenolowych ogółem (TPC), alkilorezorcynoli (AR) oraz inhibitora trypsyny w ziarnie różnych gatunków zbóż (wartości średnie z 5 miejscowości i 3 lat zbioru ziarna)</i>				
Zboże/miejscowość/rok	FS [% s.m.]	AR [mg/kg]	TPC [mg GAE/g]	TUI [mg/g]
Żyto mieszańcowe - KWS Binntto	2,36 ^{bc}	1 037 ^a	1,16 ^d	1,31 ^b
Żyto mieszańcowe - KWS Serafino	2,25 ^d	993 ^{bc}	1,19 ^{cd}	1,44 ^a
Żyto populacyjne - Dańkowskie Granat	2,27 ^{cd}	1 013 ^{ab}	1,23 ^c	1,29 ^b
Żyto populacyjne - NN	2,41 ^{ab}	961 ^c	1,31 ^b	1,39 ^{ab}
Pszenica ozima - Artist	1,76 ^f	638 ^e	1,08 ^e	0,26 ^e
Pszenżyto - Meloman	2,49 ^a	717 ^d	1,09 ^e	0,62 ^d
Jęczmień wielorzędowy - KWS Kosmos	2,10 ^e	80 ^f	2,36 ^a	0,84 ^c
NIR	0,101	39,8	0,065	0,100
Boguszyn	2,28 ^{ab}	761 ^{bc}	1,28 ^d	0,96 ^c
Krzyżewo-Marianowo	2,20 ^{bc}	775 ^{abc}	1,35 ^b	0,99 ^{bc}
Prusim	2,16 ^c	780 ^{ab}	1,46 ^a	1,16 ^a
Walewice	2,34 ^a	758 ^c	1,34 ^{bc}	1,04 ^b
Wyczechy	2,20 ^c	801 ^a	1,29 ^{cd}	0,97 ^{bc}
NIR	0,079	31,2	0,051	0,078
2017 rok zbioru	1,89 ^c	770 ^b	1,54 ^b	0,83 ^c
2018 rok zbioru	2,45 ^a	732 ^c	1,59 ^a	1,16 ^a
2019 rok zbioru	2,36 ^b	829 ^a	0,91 ^c	1,08 ^b
NIR	0,052	20,6	0,034	0,052

Wyniki badań wykazały również znaczne zróżnicowanie między gatunkami zbóż w zawartości związków fenolowych, takich jak alkilorezorcynoli (AR) i kwasów fenolowych ogółem (TPC), a także inhibitora trypsyny. Związki fenolowe są odpowiedzialne za gorzki i cierpki smak, jeśli więc występują w ziarnie w dużych ilościach mogą wpływać na smakowitość mieszanki paszowej. Wyraźnie więcej związków fenolowych oraz inhibitora trypsyny miało ziarno badanych odmian żyta, z wyjątkiem polifenoli ogółem, których ilość była największa w ziarnie jęczmienia odmiany Kosmos. Ta odmiana jęczmienia miała najmniejszą ilość alkilorezorcynoli, ponad 12 razy mniejszą niż ziarno odmian żyta. Ziarno żyta miało AR średnio około 1000 mg/kg i to zróżnicowanie między odmianami choć statystycznie udowodnione było niewielkie. Alkilorezorcynole znajdują się wyłącznie w zewnętrznych warstwach ziarniaka, stąd po zmieleniu ziarna w całości znajdują się we frakcji otrąb. Z tego względu otręby nawet pszenne zawierają dwukrotnie więcej AR niż całe ziarno. Związkom tym od końca lat sześćdziesiątych do końca lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia przypisywano wręcz działanie szkodliwe dla zwierząt monogastrycznych, drobiu i świń. Alkilorezorcynole uznano wówczas za główny związek odpowiedzialny za gorsze efekty żywieniowe ziarna żyta. Badania na różnych grupach zwierząt dostarczyły dowodów, że ilości AR jakie znajdują się w życie nie mają działania antyżywnościowego.

W dzisiejszych czasach AR budzą duże zainteresowanie w żywieniu ludzi jako składnik bioaktywny żywności, o silnym działaniu antyutleniającym, przeciwnowotworowym. Z dużą zawartością AR w ziarnie żyta wiąże się duża odporność na choroby i patogeny.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że podstawowe zboża stosowane w żywieniu zwierząt różnią się zawartością składników odżywczych i tych o działaniu antyżywniowym. Żyto ma mniej białka i skrobi aniżeli pszenica i pszenżyto. W porównaniu do tych dwóch gatunków zbóż ma też mniej włókna surowego, ale więcej włókna pokarmowego, w tym rozpuszczalnych pentozanów, powiązanych z właściwościami do tworzenia ekstraktów wodnych ziarna o dużej lepkości. W odniesieniu natomiast do jęczmienia ziarno żyta ma więcej skrobi i znacznie mniej włókna surowego i pokarmowego.

Różnice w zawartości składników odżywczych i antyżywniowych między odmianami żyta wskazują na celowość wyboru odpowiednich odmian do celów paszowych. Należy również mieć na względzie warunki pogodowe w jakich ziarno zostało wyprodukowane.