

## PLONOWANIE I ZDROWOTNOŚĆ WYBRANYCH ODMIAN ŻYTA OZIMEGO UPRAWIANEGO Z PRZEZNACZENIEM NA BIOGAZ

TOMASZ PIECHOTA<sup>1</sup>, ZUZANNA SAWIŃSKA<sup>1</sup>, MARIUSZ KOWALSKI<sup>1</sup>, LESZEK MAJCHRZAK<sup>1</sup>,  
STANISŁAW ŚWITEK<sup>2</sup>, ANNA DOPIERAŁA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

<sup>2</sup>Instytut Zoologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 78c, 60-625 Poznań

<sup>3</sup>KWS LOCHOW POLSKA Sp. z o.o., ul. Słowiańska 5, Kondratowice, 57-150 Prusy

**Synopsis.** W latach 2011–2012 w miejscowości Budziszewko (52°42' N, 17°30' E) znajdującej się w woj. wielkopolskim założono doświadczenie jednoczynnikowe w czterech powtórzeniach, w którym porównywano 6 odmian żyta ozimego (2 populacyjne i 4 mieszańcowe). Ocenie podlegał plon całych roślin w fazie dojrzałości mleczno-woskowej, wysokość roślin, stopień wylegania oraz porażenie chorobami. Najwyższy plon zarówno świeżej jak i suchej masy osiągnęły odmiany mieszańcowe – Brasetto, KWS Magnifico, Palazzo i Visello. Charakteryzowały się one także, w porównaniu do odmian populacyjnych wyższym plonem suchej masy organicznej. Plon ten stanowi o możliwości wyprodukowania większej ilości biogazu z jednostki powierzchni. Odmiany mieszańcowe były przeciętnie niższe od odmian populacyjnych – Bosmo i Dańkowskie Diament. Stopień wylegania nie był zależny od odmiany. W trakcie wegetacji oceniono porażenie roślin żyta przez choroby grzybowe oraz stopień przetrzymywania. Obie cechy były zmienne w latach badań. W 2011 roku obserwowano silną presję grzyba *Microdochium nivale* powodującego pleśń śniegową, podczas gdy w drugim roku badań choroba ta nie wystąpiła w ogóle; największe porażenie obserwowano na odmianie Palazzo. W czasie trwania doświadczenia stopień porażenia liści przez choroby był niewielki, przy czym w 2012 roku w dużym nasileniu wystąpiły choroby podstawy źdźbła.

**Słowa kluczowe:** żyto mieszańcowe, choroby grzybowe, biomasa żyta

### WSTĘP

Produkcja energii i ciepła w oparciu o biogaz uważana jest za przyjazną środowisku. Polska jako kraj rolniczy posiada duży i niewykorzystany potencjał w produkcji tej zielonej energii [Igliński i in. 2015]. Na terenie kraju pierwsza biogazownia powstała w 1928 roku w Poznaniu. Po II wojnie światowej funkcjonowały najczęściej małe instalacje, które jednak z powodu wadliwej i nieopłacalnej technologii produkcji były nierentowne [Igliński i in. 2012]. Współcześnie przy produkcji biogazu w największym stopniu wykorzystuje się biomasę rolniczą, która powinna charakteryzować się niskimi kosztami produkcji, wysokimi plonami, wydajnością energetyczną oraz przydatnością do produkcji biomasy [Burczyk 2013]. Pomimo, że wymagania te najlepiej spełnia kukurydza, nie sprawdza ona się w każdych warunkach. Na glebach lekkich i piaszczystych oraz obszarach z niedoborem wody w okresie wiosenno-letnim uprawa żyta ozimego może ekonomicznie konkurować z innymi roślinami [Hubner i in. 2011]. Jest to szczególnie istotne w polskich warunkach, gdzie 70% gleb wytworzonych jest z piasków i glin, a 40% gleb charakteryzuje się niską jakością i przydatnością rolniczą [Krasowicz i in. 2011]. Żyto to roślina idealna do

<sup>1</sup> Adres do korespondencji – *Corresponding address*: [tompiech@up.poznan.pl](mailto:tompiech@up.poznan.pl)

produkcji energii ze względu na szybki wzrost, mały koszt produkcji oraz wysoką efektywność wykorzystania wody. Kiszonka z całych roślin, zbieranych w fazie dojrzałości mleczno-woskowej, zawiera duży udział suchej masy, co jest ważnym parametrem dla produkcji biogazu [Miedaner i in. 2010]. Dzięki wyhodowaniu odmian mieszańcowych, żyto z powodzeniem można uprawiać również na bardziej zasobnych stanowiskach. Typy mieszańcowe wykazują wysoką odporność na choroby w porównaniu z pozostałymi zbożami oraz efektywnie wykorzystują składniki mineralne przez co można stosować mniej intensywne nawożenie. [Miedaner i in. 2012]. Odmiany mieszańcowe mają wysoki potencjał plonowania i większą powierzchnię uprawy w porównaniu do żyta populacyjnego. W niektórych krajach, zwłaszcza w Niemczech, stanowią 2/3 uprawianego areału. Od momentu kiedy zaczęto wykorzystywać żyto do produkcji biogazu hodowcy dążą do osiągnięcia wysokiego plonu całych roślin, czego efektem są odmiany o różnym typie użytkowania [Haffke i in. 2014].

Celem podjętych badań była ocena plonowania oraz stopnia porażenia przez choroby grzybowe odmian mieszańcowych i populacyjnych żyta ozimego uprawianego na kiszonkę z całych roślin (GPS), którą następnie można przeznaczyć do produkcji biogazu.

## MATERIAŁ I METODY

W latach 2011–2012 w miejscowości Budziszewko (52°42' N, 17°30' E) znajdującej się w woj. wielkopolskim założono jednoczynnikowe doświadczenie polowe w układzie bloków losowanych w czterech powtórzeniach. Na glebie klasy IV b, kompleksu przydatności rolniczej 5 (żytni dobry) wysiano 6 odmian żyta ozimego – dwie odmiany populacyjne (Bosmo, Dańkowskie Diament) oraz cztery odmiany mieszańcowe (Brasetto, KWS Magnifico, Palazzo, Visello). Wszystkie odmiany zostały wysiane w obsadzie wynoszącej 220 szt·m<sup>-2</sup>.

Przedplonem dla żyta ozimego był jęczmień jary. Przed orką zastosowano 160 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O w postaci soli potasowej 60% oraz 80 kg·ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pod postacią polidapu (NP 18-46). Zasobność gleby w fosfor, potas i magnez według metodyki przyjętej w stacji chemiczno-rolniczej określona została na poziomie średnim. Odczyn gleby był lekko kwaśny: pH 5,7 w 1M KCl. Nawożenie azotem wyniosło 160 kg·ha<sup>-1</sup>. Podczas wegetacji na każdym obiekcie doświadczalnym wykonano identyczną ochronę fungicydową stosując substancję czynną prochloraz (Mondatak 450 EC) w ilości 1 l·ha<sup>-1</sup>. Na plantacji zastosowano regulator wzrostu Moddus 250 EC (0,3 l·ha<sup>-1</sup>) w fazie krzewienia BBCH 25 oraz Antywylegacz Płynny 675 SL (3 l·ha<sup>-1</sup>) w fazie kłoszenia BBCH 47.

W trakcie wegetacji oceniano: porażenie roślin przez choroby, wysokość roślin i stopień wylegania. Obserwacje porażenia przez choroby prowadzono metodą wizualną używając 9-cio stopniowej skali hodowlanej gdzie, 1 – oznacza najwyższy poziom porażenia, a 9 – brak wystąpienia objawów chorób. Również poziom wylegania oceniono wizualnie w skali 9-cio stopniowej gdzie, 1 – oznacza najwyższy poziom wylegania, a 9 – jego brak. Oceny porażenia przez pleśń śniegową przeprowadzono wiosną w fazie krzewienia BBCH 25–29. Wizualnej oceny porażenia przez choroby liści dokonano w fazie dojrzałości mlecznej ziarna BBCH 75, a oceny porażenia przez choroby podstawy źdźbła, stopnia wylegania oraz wysokości roślin przeprowadzono przed zbiorem w fazie BBCH 77–85. W fazie dojrzałości mleczno-woskowej żyto ścięto na wysokości 5 cm od powierzchni gruntu i zmierzono plon świeżej masy. Następnie za pomocą metody suszarkowej, w której suszono próbki w temperaturze 105 °C, oznaczono wilgotność roślin. Na tej podstawie wyliczono plon suchej masy roślin. Procentowy udział suchej masy organicznej został wyliczony po spaleniu próbek i zważeniu masy popiołu, a następnie wyliczony został plon suchej masy organicznej.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń wykorzystano arkusz obliczeniowy utworzony w programie EXCEL 2007.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Spośród ocenianych odmian najwyżej plonującymi okazały się odmiany mieszańcowe (tab. 1). Należąca do nich KWS Magnifico w roku 2011 osiągnęła plon świeżej masy w wysokości  $26,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  równocześnie mając także najwyższy plon suchej masy i suchej masy organicznej. W roku 2012 inna odmiana mieszańcowa Palazzo, osiągnęła największy plon świeżej masy wynoszący  $47,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , który skutkował również osiągnięciem najwyższego plonu suchej masy i suchej masy organicznej. Odmiany populacyjne żyta ozimego: Dańkowskie Diament oraz Bosmo plonowały niżej w stosunku do odmian mieszańcowych w każdym z lat badań, co było widoczne w każdym rodzaju oznaczanego plonu.

Tabela 1. Plonowanie odmian żyta ozimego

Table 1. Yield of winter rye cultivar

Odmiany Cultivars		Plon świeżej masy Fresh mass yield ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		Zawartość suchej masy Dry mass content (%)		Plon suchej masy Dry mass yield ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		Zawartość suchej masy organicznej Dry organic matter content (%)		Plon suchej masy organicznej Dry organic mass yield ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1*	Bosmo	19,3	40,6	41,5	34,5	8,0	14,0	95,0	96,4	7,6	13,5
2	Dańkowskie Diament	18,0	41,3	41,1	33,7	7,4	13,9	94,6	95,7	7,0	13,3
3	KWS Magnifico	26,6	45,8	37,6	31,7	10,0	14,5	95,0	95,9	9,5	13,9
4	Palazzo	20,4	47,6	39,2	33,6	8,0	16,0	95,0	95,6	7,6	15,3
5	Visello	22,1	46,8	41,2	33,3	9,1	15,6	94,5	95,5	8,6	14,9
6	Brasetto	20,3	44,8	40,9	32,6	8,3	14,6	95,2	95,9	7,9	14,0
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		4,7	2,6	-	-	1,6	1,1	-	-	1,5	1,1

\*1–2 odmiany populacyjne/populations cultivars; 3–6 odmiany hybrydowe/hybrids cultivars

Obserwacje przeprowadzone na polu w Budziszewku są zgodne z badaniami Kotowicza [2011]. Autor ten prowadząc badania na Dolnym Śląsku stwierdził wyższe plonowanie odmian mieszańcowych średnio o 18–19% od odmian populacyjnych, a efekt ten był szczególnie widoczny w sprzyjających warunkach pogodowych. W przypadku suszy różnica w plonowaniu zmniejszyła się do 10%.

Kowalczyk-Juško i Mazanek [2012] podają przeciętną charakterystykę produktów służących do produkcji biogazu. Na pierwszym miejscu uwzględniona jest procentowa zawartość suchej masy, która dla kiszonki z całych roślin żyta wynosi od 30 do 35%. Udział suchej masy organicznej stanowi zaś od 92 do 98% suchej masy roślin. Wartości przykładowe dla kiszonki z całych roślin żyta podawane przez Śliż-Szkliniarz [2012] są nieco inne i wynoszą 30% suchej masy oraz 92% suchej masy organicznej.

W przeprowadzonym doświadczeniu własnym wszystkie odmiany charakteryzowały się stosunkowo wysokim udziałem suchej masy (tab. 1), która była zmienna w latach. Widoczne były także różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami. KWS Magnifico w obu latach charakteryzowała się najmniejszym udziałem suchej masy w momencie zbioru wynoszącym odpowiednio 37,6 i 31,7%. Najwyższe wartości w roku 2011 i 2012 osiągnęła populacyjna odmiana Bosmo zawierająca odpowiednio 41,5 i 34,5 % suchej masy. Zawartość suchej masy organicznej wynosiła od 95,0 do 96,4% i mieściła się w przedziale podawanym przez Kowalczyk-Juško i Mazanek [2012], jednak przekraczała wartości wskazane przez Śliż-Szkliniarz [2012].

W badaniach Hübnera i in. [2011] zaobserwowano istotnie większy plon suchej masy mieszańcowych odmian żyta w porównaniu do form populacyjnych. Mieszańce wykazywały również większe różnice pomiędzy sobą w porównaniu do odmian populacyjnych. Według Kalaca [2011] celem w produkcji roślin z przeznaczeniem na biogaz jest osiągnięcie maksymalnego plonu metanu z jednostki powierzchni. Zależy ona w pierwszej kolejności od ilości zebranej suchej masy organicznej oraz od wielu innych parametrów, które mają wpływ na jakość kisonki.

W latach prowadzenia doświadczenia oceniano także stan roślin żyta przed zimą oraz po zimie z uwzględnieniem porażenia roślin przez pleśń śniegową (tab. 2). W pierwszym roku badań wegetacja przed spoczynkiem zimowym przebiegała w warunkach sprzyjających rozwojowi roślin. Według IMGW [2013] opady jesienią były powyżej normy wieloletniej i wynosiły w tym regionie 175–200 mm. W okresie zimy panowały zmienne warunki, a występujące naprzemiennie mrozy, odwilże i opady śniegu na nie zamrożoną glebę przyczyniły się do porażenia roślin przez głównego sprawcę pleśni śniegowej, grzyb *Microdochium nivale*. Objawy choroby obserwowano na wszystkich odmianach, jednakże w najwyższym stopniu porażona została odmiana Pallazzo (ocena 5,5 przy skali 9<sup>o</sup>), a najsłabiej populacyjne odmiany Bosmo, Dańkowskie Diament oraz Visello (ocena 8,3). W 2012 roku objawów pleśni śniegowej nie obserwowano.

Spośród badanych odmian żyta najlepiej przetrzymały odmiany populacyjne Bosmo i Dańkowskie Diament co było szczególnie widoczne w roku 2011 (tab. 2). Istotnie na niższym

Tabela 2. Porażenie przez pleśń śniegową oraz ocena stanu roślin przed i po zimie wybranych odmian żyta ozimego (w skali 1–9)

Table 2. Snow mold infection and plant condition assessment before and after winter selected varieties of winter rye (in 1–9 scale)

Odmiana Cultivars		Stan roślin – Plant condition				<i>Microdochium nivale</i>	
		przed zimą before winter		po zimie after winter			
		2011	2012	2011	2012	2011	2012
1*	Bosmo	9,0	9,0	7,5	8,8	8,3	-
2	Dańkowskie Diament	9,0	9,0	8,0	9,0	8,3	-
3	Brasetto	9,0	9,0	7,0	8,8	8,0	-
4	KWS Magnifico	9,0	9,0	7,0	8,8	7,8	-
5	Palazzo	9,0	9,0	5,8	8,8	5,5	-
6	Visello	9,0	9,0	7,3	8,8	8,3	-
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	r.n.	0,7	r.n.	0,8	-

\*1–6 – oznaczenia jak w tabeli 1/explanation as table 1

r.n. – różnice nieistotne/not significant differences

poziomie przezimowały odmiany mieszańcowe. Najniższym stopniem przezimowania charakteryzowała się odmiana Pallazzo. W roku 2012 nie stwierdzono istotnych różnic między obiektami doświadczenia pod względem poziomu przezimowania.

W obu latach badań prowadzono oceny związane z porażeniem roślin żyta przez choroby liści i źdźbła (tab. 3). W czasie trwania badań obserwowano objawy takich chorób jak: mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis*), rdza brunatna (*Puccinia recondita*), rdza źdźbłowa (*Puccinia graminis*), rynchosporioza zbóż (*Rhynchosporium secalis*) oraz choroby podstawy źdźbła. Za wyjątkiem chorób podstawy źdźbła, które wystąpiły w dużym nasileniu w 2012 roku nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy odmianami w porażeniu przez wymienione patogeny. Pomimo tego widoczne było zwiększone występowanie chorób: *Blumeria graminis*, *Puccinia recondita* i *Puccinia graminis* na odmianach mieszańcowych.

Tabela 3. Porażenie przez choroby grzybowe wybranych odmian żyta ozimego (w skali 1–9)  
Table 3. Fungal diseases infection selected winter rye cultivars (in 1–9 scale)

Odmiana Cultivars		<i>Blumeria graminis</i>		<i>Puccinia recondita</i>		<i>Puccinia graminis</i>		<i>Rhynchosporium secalis</i>		Choroby podstawy źdźbła Stem and Root rot diseases	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
1*	Bosmo	9,0	8,5	9,0	8,3	9,0	-	9,0	-	8,8	4,5
2	Dańkowskie Diament	9,0	9,0	9,0	8,0	9,0	-	9,0	-	8,5	5,0
3	Brasetto	9,0	7,3	9,0	7,8	9,0	-	9,0	-	8,8	7,5
4	KWS Magnifico	9,0	8,3	9,0	7,8	9,0	-	9,0	-	9,0	4,5
5	Palazzo	9,0	8,8	9,0	7,8	9,0	-	9,0	-	9,0	5,8
6	Visello	9,0	7,8	9,0	8,5	9,0	-	9,0	-	9,0	6,3
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	-	r.n.	-	r.n.	1,0

\*1-6 – oznaczenia jak w tabeli 1/explanation as table 1  
r.n. – różnice nieistotne/not significant differences

Sawinska [2011] podaje, że odmiany mieszańcowe są bardziej podatne na choroby grzybowe takie jak mączniak prawdziwy czy rdza brunatna, w porównaniu do bardziej odpornych odmian populacyjnych. Mączniak prawdziwy w warunkach chłodnego i mokrego roku może powodować straty plonu sięgające nawet 20%. Najbardziej negatywny wpływ mają patogeny grzybowe na odmiany o krótszych liściach, ponieważ cechują się one mniejszą powierzchnią asymilacyjną, czyli mniej efektywnym procesem fotosyntezy i asymilacji [Bujak i Jurkowski 2013]. Najczęściej występującą chorobą w uprawie żyta ozimego według Horoszkiewicz-Janki i in. [2013] jest rdza brunatna, która dotyczy 90% doświadczeń. Pozostałe to rynchosporioza, septorioza liści, mączniak prawdziwy oraz pleśń śniegowa występująca na 1/3 doświadczeń. Obserwuje się silne zróżnicowania pod względem odporności na wyleganie i zdrowotności uprawianych odmian. Największe różnice w podatności dotyczą rdzy brunatnej w przypadku której odmiany populacyjne wykazują większą odporność. Odmiana Bosmo zaliczana jest do

odmian o największej odporności na rdzę. Przebieg pogody wpływa w istotny sposób na rozwój rdzy brunatnej, która jest szczególnie niebezpieczna dla odmian o skróconym źdźble. Liście u takich odmian biorą większy udział w asymilacji w porównaniu z odmianami wysokimi przez co ich porażenie silniej wpływa na zmniejszenie plonu [Weber i in. 2015]. W badaniach Kotowicza [2011] wrażliwość na mączniaka wśród odmian żyta była na podobnym poziomie. W przypadku rdzy brunatnej wyższe porażenie wykazywały odmiany mieszańcowe.

Oceniane odmiany istotnie różniły się pomiędzy sobą wysokością (tab. 4) i tak populacyjne odmiany żyta: Bosmo oraz Dańkowskie Diament były istotnie wyższe od odmian mieszańcowych, wśród których najniższa okazała się odmiana KWS Magnifico. W roku 2012 wszystkie odmiany były wyższe w stosunku do roku poprzedniego, co mogło wpłynąć na większy plon (tab. 1). Poziom wylegania nie różnił się istotnie statystycznie pomiędzy odmianami (tab. 4), ale widoczne były różnice pomiędzy latami. W 2012 roku wszystkie odmiany wyległy w stopniu większym niż w roku 2011. Związane to mogło być z ich większą wysokością w drugim roku badań.

Tabela 4. Wysokość i stopień wylegania roślin w zależności od odmiany żyta

Table 4. Height and level of lodging plants depending on rye cultivar

Odmiana Cultivar		Wysokość roślin Plants height (cm)		Wyleganie Lodging (skala/scale 1–9)	
		2011	2012	2011	2012
1*	Bosmo	115	132	9,0	7,0
2	Dańkowskie Diament	110	125	9,0	8,0
3	Brasetto	98	116	9,0	7,8
4	KWS Magnifico	89	113	9,0	7,8
5	Palazzo	90	119	9,0	7,5
6	Visello	92	116	9,0	7,5
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		12	6	r.n.	r.n.

\*1-6 – oznaczenia jak w tabeli 1/explanation as table 1

r.n. – różnice nieistotne/not significant differences

W doświadczeniach Kotowicza [2011] żyto wylegało każdego roku w różnym stopniu, przy czym bardziej odmiany mieszańcowe. Wysokość roślin podobnie jak plon różniła się w latach badań. O wielkości tych parametrów w największym stopniu, zdaniem autora decyduje suma i rozkład opadów, co jest szczególnie istotne na glebach słabych ze względu na ich małą zdolność retencji wody. Jedynie deszczowanie pozwala zmniejszyć te wahania, jednakże jest ono ekonomicznie nieuzasadnione [Panasiewicz i in. 2016]. Według IMGW [2013] w okresie wiosny 2011 roku, na terenie gdzie prowadzono doświadczenie spadło zaledwie 60 mm wody co odpowiadało 50% średniej wieloletniej (1971–2000). W roku 2012 w porównywalnym okresie czasu spadło 100 mm opadów co odpowiadało 90% średniej wieloletniej.

## WNIOSKI

1. Odmiany mieszańcowe żyta ozimego zbieranego z przeznaczeniem do produkcji biogazu osiągają wyższy plon zarówno świeżej masy, suchej masy oraz suchej masy organicznej w porównaniu do odmian populacyjnych co przekłada się na możliwość wyprodukowania większej ilości biogazu z jednostki powierzchni.
2. Porażenie przez choroby uprawianych odmian żyta ozimego było zmienne w latach i w przeprowadzonym doświadczeniu nie zauważono statystycznej różnicy pomiędzy uprawianymi odmianami.

## PIŚMIENNICTWO

- Bujak H., Jurkowski A. 2013. Estimation of winter rye (*Secale cereale* L.) susceptibility to infection by powdery mildew (*Blumeria graminis* F. sp. *secalis*). *Acta Agrobot.* 66(3): 49–54.
- Burczyk H. 2013. Przydatność poplonu ozimego oraz kukurydzy i sorgo w plonie wtórnym do produkcji biomasy dla biogazowni. *Probl. Inż. Rol.* 2(80): 87–97.
- Haffke S., Kusterer B., Fromme F.J., Roux S., Hackauf B., Miedaner T. 2014. Analysis of covariation of grain yield and dry matter yield for breeding dual use hybrid rye. *Bioenergy Res.* 7: 424–429.
- Horoszkiewicz-Janka J., Korbas M., Mrówczyński M. 2013. *Metodyka integrowanej ochrony żyta dla producentów.* Wyd. IOR-PIB Poznań, ss. 141.
- Hübner M., Oechsner H., Koch S., Seggl A., Hrenn H., Schmiedchen B., Wilde P., Miedaner T. 2011. Impact of genotype, harvest time and chemical composition on the methane yield of winter rye for biogas production. *Biomass Bioenergy* 35: 4316–4323.
- Igliński B., Buczkowski R., Cichosz M. 2015. Biogas production in Poland – Current state, potential and perspectives. *Renew Sust. Energ. Rev.* 50: 686–695.
- Igliński B., Buczkowski R., Iglińska A., Cichosz M., Piechota G., Kujawski W. 2012. Agricultural biogas plants in Poland: Investment process, economical and environmental aspects, biogas potential. *Renew Sust. Energ. Rev.* 16: 4890–4900.
- IMGW. 2013 (<http://www.imgw.pl/klimat>).
- Kalac P. 2011. The required characteristics of ensiled crops used as feedstock for biogas production: a review. *J. Agrobiol.* 28(2): 85–96.
- Kotowicz L. 2011. Żyto ozime. Porównanie plonowania odmian populacyjnych i mieszańcowych w zależności od rodzaju gleb i intensywności uprawy. *Zarys technologii uprawy. Dolnośląski Zespół Porejestrowego Doświadczalnictwa odmianowego i rolniczego, SDOO Zybiszów*, ss. 24
- Kowalczyk-Juśko A., Mazanek A. 2012. Biogaz rolniczy – charakterystyka, substraty, wykorzystanie. *Combustion Engines* 1(148): 1–14
- Krasowicz S., Oleszek W., Horabik J., Dębicki R., Jankowiak J., Stuczyński T., Jadczyński J. 2011. Racjonalne gospodarowanie środowiskiem glebowym Polski. *Pol. J. Agron.* 7: 43–58.
- Miedaner T., Hubner M., Koch S., Seggl A., Wilde P. 2010. Biomass yield of self-incompatible germplasm resources and their testcrosses in winter rye. *Plant Breeding* 129(4): 369–375.
- Miedaner T., Koch S., Seggl A., Schmiedchen B., Wilde P. 2012. Quantitative genetic parameters for selection of biomass yield in hybrid rye. *Plant Breeding* 131(1): 100–103.
- Panasiewicz K., Koziara W., Sulewska H., Faligowska A. 2016. Yielding and energy value of winter rye depending on sprinkling irrigation and nitrogen fertilization. *Fragm. Agron.* 33(3): 57–64.
- Sawinska Z. 2011. Wpływ mączniaka prawdziwego i rdzy brunatnej na plonowanie żyta ozimego. *Prog. Plant Prot.* 51(3): 1193–1197.
- Śliż-Szkliniarz B. 2012. Energy planning in selected european regions. Methods for evaluating the potential of Renewable Energy Sources. *Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften. Karlsruhe*, pp. 270.

Weber R., Bujak H., Nowosad K., Gacek E., Kotowicz L. 2015. Analiza zmienności porażenia odmian żyta ozimego przez grzyb *Puccinia recondita* na Dolnym Śląsku. Pol. J. Agron. 23: 82–87.

T. PIECHOTA, Z. SAWINSKA, M. KOWALSKI, L. MAJCHRZAK, S. ŚWITEK, A. DOPIERAŁA

### YIELD AND HEALTHINESS OF SELECTED WINTER RYE CULTIVARS GROWN FOR BIOGAS

#### Summary

In years 2011 and 2012 in the Budziszewko (52°42' N, 17°30' E) belong to Wielkopolska province one-factor experience in four replications was established. Six cultivars of winter rye were sown (2 populations and 4 hybrids). The yield of whole plants, plants height, level of lodging were measured during dairy-wax phases. The highest yields of fresh mass and dry mass were achieved by the hybrid varieties: Brasetto, KWS Magnifico, Palazzo and Visello. This cultivars were also characterized by highest yields of dry organic matter compare to population cultivars which gives the opportunity to produce more biogas from the surface unit. Hybrids cultivars were characterized by lower height than population cultivars: Bosmo and Dańkowskie Diamond. The level of lodging not depended on cultivars. During the vegetation infection by fungal diseases and plants condition after winter was assessed and it was variable in years. In 2011, all varieties of rye were infected by snow mold, while in the second year the disease did not occur. Leaf infestation during experiment was not to big except for stem-borne diseases which was a lot in 2012. Winter rye cultivars: Bosmo, Dańkowskie Diament and KWS Magnifico.

**Key words:** hybrid rye, rye fungi pathogen, rye biomass

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 13.04.2017

Do cytowania – *For citation*

Piechota T., Sawinska Z., Kowalski M., Majchrzak L., Świtek S., Dopierała A. 2017. Plonowanie i zdrowotność wybranych odmian żyta ozimego uprawianego z przeznaczeniem na biogaz. *Fragm. Agron.* 34(2): 67–74.