



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Anna Pastuszka

WPŁYW TERMINU SIEWU NA PLON
I WARTOŚĆ PASZOWĄ ORAZ PRZEDPLONOWĄ
ODMIAN OWSA SIEWNEGO (*Avena sativa* L.)
UPRAWIANEGO W MIĘDZYPLONIE ŚCIERNISKOWYM

PROMOTOR

PROF. DR HAB. JADWIGA ANDRZEJEWSKA

Mojej Promotor

Pani prof. dr hab. Jadwidze Andrzejewskiej

za pomoc, wsparcie i cierpliwość okazaną w trakcie

prowadzenia badań i pisanie niniejszej pracy

s e r d e c z n i e d z i ę k u j ę

Dziękuję
Rodzinie i Przyjaciółom
za słowa otuchy i wiarę w moje poczynania

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	9
2. PRZEGLĄD LITERATURY	10
3. MATERIAŁ I METODY	17
3.1. Lokalizacja badań	17
3.2. Doświadczenie 1: Plon i wartość paszowa zielonki z odmian owsa w zależności od terminu siewu	17
3.2.1. Doświadczenie polowe	17
3.2.2. Charakterystyka odmian owsa siewnego	18
3.2.3. Analizy chemiczne	19
3.3. Doświadczenie 2: Porównanie plonów suchej masy owsa i gorczycy białej w zależności od terminu siewu oraz ich wpływ na plony ziarna jęczmienia jarego	19
3.4. Opracowanie statystyczne	20
4. WARUNKI POGODOWE	21
5. WYNIKI BADAŃ	24
5.1. Rozwój roślin, plony i wartość paszowa zielonki owsa	24
5.1.1. Rozwój roślin	24
5.1.2. Wysokość roślin	25
5.1.3. Plony suchej masy	26
5.1.4. Porażenie liści przez rdzę koronową	32
5.1.5. Wartość paszowa zielonki	35
5.1.5.1. Zawartość białka ogółem	35
5.1.5.2. Zawartość neutralnej frakcji włókna (NDF)	36
5.1.5.3. Zawartość kwaśniej frakcji włókna (ADF)	42
5.1.5.4. Strawność <i>in vitro</i>	45

5.2. Rozwój oraz plony owsa i gorczycy białej uprawianych na mulcz oraz ich wartość przedplonowa dla jęczmienia jarego	49
5.2.1. Rozwój roślin	49
5.2.2. Plon suchej masy	52
5.2.3. Zawartość i pobranie azotu w nadziemnej masie roślin	56
5.3. Pokrycie gleby przez mulcz	61
5.4. Plon ziarna jęczmienia jarego	66
6. DYSKUSJA	72
7. WNIOSKI	80
LITERATURA	82
STRESZCZENIA	88

1. WSTĘP

Polityka rolna Unii Europejskiej wspiera poprzez dopłaty uprawę różnych form międzyplonów, w tym międzyplonów ścierniskowych przeznaczonych do mulczowania gleby. Najbardziej popularnym gatunkiem stosowanym przez polskich rolników jest gorczyca biała (*Sinapis alba* L.). Gorczyca jest jednak żywicielem dla tych samych patogenów co rzepak (*Brassica napus* L.), w tym czerni krzyżowych (*Alternaria alternata*, *A. brassicae*, *A. brassicicola*), zgnilizny twardzikowej (*Sclerotinia sclerotiorum*) i szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) (Kurowski i Jankowski 2003). W ostatnich latach, ze względu na rosnący udział rzepaku w zmianowaniu, notuje się również nasilenie porażenia go przez choroby. Producenci rzepaku będą więc wkrótce zmuszeni zastąpić gorczycę innym gatunkiem. Problemem jest jednak bardzo ograniczona liczba gatunków nadających się do późnoletnich siewów. Oprócz gorczycy białej może to być jeszcze rzodkiew oleista (*Raphanus sativus* L.) i facelia błękitna (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). Alternatywą może być owies siewny (*Avena sativa* L.), który dodatkowo w okresie jesiennym daje szansę uzyskania jakościowo dobrej paszy, zwłaszcza w porównaniu z roślinami z rodziny kapustowatych. Znana jest technologia uprawy owsa na zielonkę z siewu wiosennego (Jelinowska 1983). Dotychczas nie zalecano uprawy tego zboża w międzyplonach ścierniskowych ze względu na porażenie rdzą koronową (*Puccinia coronata* Cda. F. sp. *avenae* P. Syd. & Syd.) (Zajac i Antonkiewicz 2006). Opóźnienie siewu może jednak zakłócić cykl rozwojowy patogena, a tym samym zmniejszyć nasilenie objawów. Hodowla nieustająco pracuje także nad poprawą odporności na choroby, a zatem wraz z wprowadzaniem nowych odmian można oczekiwać, że ich podatność na rdzę będzie coraz mniejsza.

Celem pracy jest ocena poziomu plonowania i jakości paszy ze zróżnicowanych pod względem wczesności i pochodzenia odmian owsa siewnego uprawianych w późnoletnim międzyplonie ścierniskowym oraz porównanie wartości przedplonowej mulczu z owsa i gorczycy białej dla jęczmienia jarego.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Od wielu lat dominującą grupą roślin uprawianych w Polsce są zboża. Ich udział w strukturze zasiewów w 2014 roku wynosił 71.8% (GUS 2014). Oznacza to, że normą polskiego rolnictwa są zmianowania z dużą przewagą zbóż, a nawet ich monokultury. Uprawa tej grupy roślin w monokulturze wiąże się z wieloma niepożądanymi skutkami, które są w literaturze naukowej są obszernie już opisane. Wymienia się przede wszystkim nasilenie zachwaszczenia, natężenie występowania chorób, w tym głównie chorób podstawy źdźbła i korzeni, oraz mniejszą efektywność nawożenia mineralnego (Blecharczyk i in. 2005, Małecka i Blecharczyk 2000).

Jednym ze sposobów na złagodzenie negatywnych skutków uproszczonego zmianowania zbożowego jest uprawa międzyplonów. Dodatkowo uprawa międzyplonów ozimych lub ścierniskowych może być przeznaczona do mulczowania gleby, aby chronić ją przed erozją w okresie zimowym. Od kilkunastu lat środowisko naukowe wspiera i propaguje ideę uprawy różnych form międzyplonów na obszarze całego kraju jako elementu ochrony gleby przed erozją i wód przed zanieczyszczeniem wymywanymi z pól azotanami i fosforanami (Duer 1996, Duer 2007, Jaskulski i in. 2000, Kuś i Jończyk 2000). W praktyce dla rolników istotne są przede wszystkim wymierne korzyści finansowe wynikające z dopłat dla uczestników programów rolnośrodowiskowych. Realizacja pakietu 2. Ochrona gleb i wód, w tym aspekcie polega na utrzymaniu pokrywy roślinnej w formie międzyplonów na gruntach ornych, w okresie między dwoma plonami głównymi (ARiMR 2015).

Stosowanie w uprawie polowej międzyplonów pozwala zwiększyć liczbę gatunków w zmianowaniu, a szczególnie wtedy gdy międzyplony uprawia się jako mieszanki (Woźniak 2005, Zając i Antonkiewicz 2006). Wpisuje się to zatem w ideę propagowania bioróżnorodności. Biomasa obumarłych resztek pozbiorowych lub mulcz sprzyja kumulacji wielu mikroorganizmów, a przez to umożliwia przywrócenie i zachowanie równowagi w agrocenozie (Jaskulska i Gałęzewski 2009). Lehman i in. (2012) udowodnili wzrost liczebności grzybów mikoryzowych w glebie, na której w formie międzyplonów uprawiano owies, rzepak czy wykę siewną, przy czym największy przyrost grzybów odnotowano po uprawie owsa. Runowska-Hryńczuk i in. (1998) podają, że aktywność biologiczna gleby lekko była największa wtedy, gdy stosowano nawożenie obornikiem lub przyorano międzyplony z roślin bobowatych, średnia po międzyplonie z rzepaku, a najniższa po międzyplonie z żyta.

W okresie pomiędzy uprawą plonów głównych pokrycie gleby roślinami chroni ją przed erozją wodną i wietrzną. Jednak efektywność tej ochrony zależy od gatunku i plonu tzw. rośliny okrywowej czy okrywającej. Nadziemne części roślin osłaniają i chronią powierzchnię gleby, a korzenie wiążą jej wierzchnie warstwy (Kaspar i in. 2001). Stwierdzono, że rośliny spoza rodziny bobowatych uprawiane w międzyplonie ścierniskowym, akumulują znacząco więcej azotu i potasu niż wynikałoby to z zastosowanego przed ich siewem nawożenia mineralnego. Świadczy to o pobieraniu z gleby związków nie wykorzystanych przez roślinę poprzedzającą, a zatem celowe jest stosowanie międzyplonów do ochrony gleb przed wypłukiwaniem niewykorzystanych przez rośliny przedplonowe składników (Duer 1996, Wilczewski 2004). Nie bez znaczenia jest to, że rośliny uprawiane w międzyplonach przyswajają dwutlenek węgla, co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia zawartości węgla organicznego w glebie (Kulig i in. 2004).

Skład chemiczny wprowadzanej do gleby biomasy z roślin międzyplonowych może też mieć wpływ na wartość stanowiska dla rośliny następczej. Powszechnie wiadomo jest, że rośliny bobowate uprawiane jako międzyplon pozostawiają najlepsze stanowisko dla większości roślin uprawnych. Jednak rośliny te wymagają wczesnego siewu, a materiał siewny jest z reguły drogi. Najwyższe plony biomasy uzyskuje się z siewu lipcowego, a w obecnych warunkach kombajnowy zbiór zbóż przeważnie przeprowadza się na początku sierpnia. Ze względu na niskie i niezbyt wierne plony oraz wysoki koszt materiału siewnego rośliny bobowate w międzyplonach najczęściej zastępowane są przez rośliny z innych rodzin botanicznych, w tym głównie gorczycę białą (*Sinapis alba* L.), rzodkiew oleistą (*Raphanus sativus* L.) i facelię błękitną (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) (Gonet 1990, Jaskulski i in. 2000). Ostatnie badania Wilczewskiego i in. (2015) oraz Wilczewskiego i Skindera (2015) wskazują jednak, że przydatność roślin bobowatych do uprawy międzyplonowej może być zależna nie tylko od gatunku, ale także od odmiany. Autorzy uzyskali wysokie plony zielonej masy z grochu odmiany 'Wiato' mimo, że siew przeprowadzano stosunkowo późno, czyli w pierwszej połowie sierpnia.

Jednym z podstawowych wymagań stawianych roślinom uprawianym jako międzyplony są szybkie wschody, a następnie dynamiczny rozwój i przyrosty zielonej masy. Warunkom tym w pełni odpowiada gorczyca biała i między innymi dlatego jest jedną z najczęściej uprawianych roślin w międzyplonach ścierniskowych. Jest

to typowa roślina dnia długiego i dlatego wysiana w drugiej połowie sierpnia rozwija przede wszystkim masę wegetatywną. Dzięki temu dobrze osłania glebę, a przyorana biomasa może być porównywalna z dawką obornika równą $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Harasimowicz-Hermann i Hermann 2006, Toboła i Muśnicki 1999). Według Runowskiej-Hryńczuk i in. (1998) rośliny uprawiane na glebie lekkiej po międzyplonach z bobowatych lub kapustowatych plonują na poziomie podobnym jak rośliny uprawiane po oborniku.

Gorzycza biała uprawiana po zbożach jako międzyplon ścierniskowy zmniejsza niebezpieczeństwo występowania chorób i szkodników zagrażających zbożom, a tym samym może być traktowana jako roślina fitosanitarna (Kurowski i Jankowski 2003, Wałkowski 1997). Niektóre nowe odmiany gorzycy białej wykazują także właściwości mątwikobójcze. Ma to istotne znaczenie w zmianowaniach z burakiem cukrowym, gdzie nasilenie mątwika burakowego jest wysokie (Szymczak-Nowak i Nowakowski 2000 i 2002). Zielonka z gorzycy może być także w pewnym stopniu wykorzystywana na paszę dla bydła. Jednak dawka nie powinna przekraczać 30 kg na sztukę dziennie i to z dodatkiem suchej paszy objętościowej. W większych dawkach zielonka z gorzycy nadaje mleku nieprzyjemny zapach i smak (Wałkowski 1997).

Jednym z podstawowych problemów w uprawie międzyplonów ścierniskowych jest uzależnienie terminu ich siewu do terminu zbioru przedplonu. Plon wytworzonej przez rośliny międzyplonowe biomasy w znacznym stopniu zależy od długości ich okresu wegetacji. Zatem im wcześniejszy termin siewu międzyplonu tym plon zielonki jest wyższy. Zaniewicz-Bijakowska i in. (2013) podają, że najwyższe plony masy organicznej i składników mineralnych uzyskano z międzyplonów wysianych 21 lipca, a najniższe gdy siew wykonano 18 sierpnia. Biorąc pod uwagę plon świeżej i suchej masy to do wysiewu 21 lipca najbardziej odpowiednim gatunkiem okazał się słonecznik, do wysiewu 4 sierpnia – słonecznik i facelia, ale gdy siew wykonano 18 sierpnia to dobrym gatunkiem była tylko facelia. W badaniach Wilczewskiego (2004) najwyżżej plonującymi gatunkami były gorzycza biała i rzodkiew oleista. Wilczewski (2004) wskazuje również, że lepsze wyniki w uprawie międzyplonów uzyskuje się, gdy stosuje się tylko nawożenie mineralne, a stosowanie nawożenia słomą może prowadzić do obniżenia plonów rośliny. Międzyplony akumulują duże ilości potasu, a jego zawartość w suchej masie części nadziemnych może nawet przekraczać 4%. Z tego względu wskazane jest ograniczenie nawożenia potasem lub

skarmianie pasz z dodatkiem komponentów o mniejszej koncentracji tego pierwiastka (Wilczewski 2004, Wilczewski i in. 2006).

W zmianowaniach z dużym udziałem zbóż wartościowymi gatunkami do międzyplonów są gatunki spoza rodziny *Poaceae* i podrodziny wiechlinowych. Wyjątkiem może być tylko owies, który nie jest żywicielem większości patogenów atakujących pszenicę, żyto, pszenżyto oraz jęczmień i z tego względu często określany mianem rośliny fitosanitarnej. Co więcej udowodniono, że zboża uprawiane po owsie są w mniejszym stopniu porażone przez patogeny grzybowe (Adamiak i in. 1994, Kuś i in. 2000, Weber i in. 2003, Wenda-Piesik i in. 2000). Jest to szczególnie istotne wtedy, gdy rośliną następczą jest jęczmień jary. Gatunek ten w porównaniu z innymi zbożami jest w największym stopniu porażany przez choroby grzybowe, a w konsekwencji straty plonu są też największe (Pecio i Danyte 2008). W tym kontekście uzasadniona wydaje się także uprawa owsa jako rośliny międzyplonowej z przeznaczeniem na paszę lub na mulcz. Szczególne znaczenie może mieć to w zmianowaniach, gdzie występuje duży udział rzepaku i uprawa międzyplonów z roślin kapustowatych jest dyskusyjna z uwagi na kumulację patogenów.

Owies jest zalecany do uprawy jako roślina międzyplonowa w wielu stanach USA (Clark 2007). Podkreśla się, że jest to gatunek niezawodny, a koszty uprawy są relatywnie niskie. W zaleceniach eksponuje się to, że oprócz produkcji biomasy rolą owsa jest zahamowanie rozwoju chwastów, ograniczenie erozji, pobranie niewykorzystanych składników odżywczych. Może być uprawiany w siewie jednogatunkowym lub w mieszkankach z koniczyną, grochem, wyką i innymi gatunkami z rodziny bobowatych lub ze zbożami.

Obecnie do polskiego rejestru wpisanych jest 27 odmian owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.) i 5 nagiego (*Avena nuda* L.). Większość nadaje się do uprawy na terenie całego kraju, a cztery przeznaczone są do uprawy w terenach górskich. W krajowym rejestrze dominują odmiany rodzimej hodowli (COBORU 2015).

Owies uprawiany wiosną silnie reaguje na każde opóźnienie terminu siewu ze względu na duże potrzeby wodne szczególnie w początkowym okresie wzrostu. Owies mając do dyspozycji większe ilości opadów w późniejszym okresie znacznie wydłuża okres wegetacji, stąd odmiany nizinne nie nadają się do wysiewu w rejonach górskich. Odmiany przeznaczone do uprawy w górach wysiewane na terenach nizinnych szybciej kończą wegetację i niżej plonują, jednak lepiej nadają się do mieszanek z jęczmieniem ze względu na mniejsze różnice w tempie

dojrzewania (COBORU 2013, Dubis i Budzyński 2003, Noworolnik 2011).

Dobór odmian ma istotne znaczenie nie tylko wtedy, gdy owies uprawiany jest na ziarno, ale także wtedy, gdy uprawiany jest na zielonkę. Z dostępnej literatury wynika, że genotyp częściej różnicuje jakość paszy (Aydin i in. 2010; Contreras-Govea i Albrecht, 2006) niż plony zielonki (Aydin i in. 2010). Jednak w największym stopniu i w każdej strefie klimatycznej termin siewu ma istotne znaczenie dla poziomu i jakości plonów (Albrecht i in. 2012, Aydin i in. 2010; Contreras-Govea i Albrecht, 2006; Gunsaulis i in. 2008).

Ze względu na to, gatunkom uprawianym w międzyplonach stawia się między innymi wymagania dotyczące szybkiego początkowego tempa wzrostu roślin to zasadnym wydaje się być dobór odmian o większej dynamice przyrostu biomasy i szybciej dojrzewających. Nowe odmiany owsa wyróżniają się wysoką plennością, a także większą w porównaniu do starych odmian odpornością na choroby grzybowe. Mimo to nadal spośród chorób grzybowych największe zagrożenie dla tego gatunku stanowi rdza koronowa (wieńcowa). Czynnikiem infekcyjnym jest grzyb *Puccinia coronata* Cda. F. sp. *avenae* P. Syd. & Syd., który poraża głównie liście. Rdza koronowa jest rozpowszechniona na całym świecie, wszędzie tam gdzie uprawia się owies. Straty plonu ziarna wywołane porażeniem mogą sięgać nawet 50% (Šebesta i in. 1995). Ze względu na to, że rozwojowi choroby sprzyja wysoka temperatura (Paczos-Grzęda i in. 2014 za innymi autorami) to siewy letnie owsa są szczególnie narażone na skutki infekcji. Z tej przyczyny Zajac i Antonkiewicz (2006) uważają, że owies jest mniej odpowiednim gatunkiem do uprawy międzyplonowej w porównaniu z gryką, roślinami oleistymi, bobikiem i 2-, 3-gatunkowymi mieszankami. Polskie odmiany uprawne owsa są w większości podatne na porażenie rdzą koronową. W ostatnich latach zidentyfikowano jednak genotypy, które charakteryzuje pewien stopień odporności na *Puccinia coronata* (Czajowski i in. 2013; Graichen i in. 2010; Paczos-Grzęda i in. 2014, Śmiałowski 2006).

Owies porażany jest również przez mącznika prawdziwego (*Blumeria graminis* Fraser et E. Henn.). Choroba ta występuje powszechnie w wilgotnym i chłodnym klimacie, a straty w plonach ziarna oceniane są na 5-10% (Šebesta i in. 1995).

Owies jako roślina przeznaczona do mulczowania gleby był często i z dobrym rezultatem testowany w uprawie warzyw. Badania Jabłońskiej-Ceglarek i in. (2006) wykazały korzystny wpływ owsa przyoranego wiosną na plonowanie kapusty. Konopiński (2004) nieco

wyżej ocenił wpływ mulczu z owsa na plony skorzonery niż mulczu z facelii, gorczycy białej czy wyki siewnej. Błażewicz-Woźniak i Konopiński (2009) wykazali, że owies uprawiany jako międzyplon w przyczynił się w większym stopniu niż facelia czy wyka siewna do zmniejszenia zachwaszczenia rośliny następcej (cykorii). Korzystny wpływ przyorania owsa lub jego mieszanki z peluszką na plony buraka ćwikłowego odnotowali Jabłońska-Ceglarek i Rosa (2003), a na plonowanie pietruszki Błażewicz-Woźniak (2005).

Dobrze udokumentowane są plony i wartość paszowa zielonki z owsa uprawianego z siewu wiosennego zarówno w Polsce (Jelinowska 1983, Nowak i Sowiński 2006, Michalski i in. 2015, Micek i in. 2003) jak i w innych krajach (Calabro` i in. 2005, Cosentino i in. 2013; Dhima i in. 2013, Keles i in. 2016, Todd i Spaner 2003). Można też na zielonkę wykorzystać owies uprawiany jako roślinę ochronną dla lucerny (Micek i in. 2003) lub koniczyny inkarnatki (Ross i in. 2005a i 2005b). Według Jelinowskiej (1983) okres użytkowania owsa na zielonkę rozpoczyna się w fazie wyrzucania wiech i trwa do fazy dojrzałości mleczno-woskowej. Rośliny zebrane w fazie dojrzałości mlecznej są też dobrym surowcem kiszonkarskim. Zielonka ta ma wyższe walory żywieniowe niż z roślin kapustowatych i może stanowić dobrą paszę dla bydła. Z roślin owsa zebranego we wczesnych fazach rozwojowych uzyskuje się zielonkę o dużej przydatności do kiszenia, a uzyskana w ten sposób pasza cechuje się wysoką wartością zwłaszcza dla przeżuwaczy (Micek i in. 2003, Pyś i Micek 1997). Należy także nadmienić, że zielonka owsa głównie ze względu na zawartość polifenoli, uznawane jest za składnik suplementów diety. Witkowicz i in. (2015) wykazali, że genotypy owsa różnią się pod względem zawartości polifenoli, ale jednocześnie nie stwierdzili związku pomiędzy poziomem ich koncentracji a aktywnością przeciwutleniającą ziela.

Doświadczenia Borowca i in. (1998) wskazują, że opóźnianie terminu zbioru z zielonek całych roślin zbóż skutkuje niekorzystnymi zmianami w ich składzie chemicznym. Wraz ze wzrostem zawartości skrobi i składników ścian komórkowych następuje zmniejszenie koncentracji białka. Wzrasta zawartość włókna surowego, co stanowi główny czynnik obniżający strawność i przyswajalność składników pokarmowych paszy.

Na podstawie dostępnej literatury postawiono hipotezę badawczą obejmującą następujące założenia:

- 1) owies może być uprawiany na zielonkę nie tylko z siewu wiosennego, ale także jako późny międzyplon ścierniskowy,

- 2) występuje zróżnicowanie między odmianami owsa w zakresie poziomu plonowania zielonej masy, wartości paszowej zielonki i odporności roślin na porażenie rdzą koronową,
- 3) opóźnienie terminu siewu wpłynie na ograniczenie plonów zielonki, ale również stopnia porażenia roślin przez rdzę koronową,
- 4) z późnoletniego siewu owsa można uzyskać zielonkę o dobrej jakości paszowej,
- 5) owies uprawiany w międzyplonie ścierniskowym może zastąpić gorczycę jako roślinę przeznaczoną do mulczowania gleby,
- 6) wartość przedplonowa owsa jest porównywalna do wartości przedplonowej gorczycy.

3. MATERIAŁ I METODY

3.1. LOKALIZACJA BADAŃ

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2011-2014 w Stacji Badawczej Mochełek, należącej do Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy (53°13' N; 17°51' E). Doświadczenia przeprowadzono na glebie płowej, pod względem stopnia zwięzłości określonej jako lekka, na zwięzłym podłożu (piasek gliniasty lekki na glinie lekkiej), kompleksu żyniego dobrego, klasy bonitacyjnej IVb, o wysokiej zasobności w potas, wysokiej w fosfor, a średniej lub niskiej w magnez i pH w przedziale od 5.5 do 5.8.

Prowadzono dwa oddzielne doświadczenia. W pierwszym oceniano plony i wartość paszową zielonki z odmian owsa w zależności od terminu siewu. W doświadczeniu drugim porównywano plony jednej odmiany owsa i gorczycy białej oraz ich następczy wpływ na plonowanie jęczmienia jarego.

3.2. DOŚWIADCZENIE 1: PLON I WARTOŚĆ PASZOWA ZIELONKI Z ODMIAN OWSA W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU SIEWU

3.2.1. DOŚWIADCZENIE POŁOWE

Czynniki doświadczenia:

I – termin siewu*:

- początek sierpnia (w tabelach oznaczono 01.08)
- połowa sierpnia (w tabelach oznaczono 15.08)
- początek września (w tabelach oznaczono 01.09)

II – odmiany owsa: 'Berdysz' (PL), 'Zuch' (PL), 'Forage Plus' (USA).

*daty siewu w kolejnych latach: 2011 – 01.08, 16.08, 01.09; 2012 – 03.08, 14.08, 03.09; 2013 – 31.07, 12.08, 02.09.

Doświadczenia założono w układzie podbloków, w czterech powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 15 m², a plon zbierano z powierzchni 12 m². Wszystkie odmiany owsa były wysiewane w obsadzie 180 ziaren na 1 m². Ilość wysiewu dla odmian wynosiła: 'Berdysz' 140, 'Zuch' 160 i 'Forage Plus' 130 kg·ha⁻¹. Rozstawa rzędów wynosiła 12 cm, a głębokość siewu 3 cm. Przed siewem zastosowano

nawożenie azotem w dawce $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Rośliny z dwóch pierwszych terminów siewu zebrano:

2011 r. – 20 października, 2012 – 22 października, 2013 – 20 października; w 2013 roku sprzęt owsa z najpóźniejszego terminu siewu, ze względu na zbyt małe przyrosty roślin, przesunięto na 2 listopada.

Przed zbiorem opisano fazy rozwojowe poszczególnych odmian, zmierzono wysokość roślin oraz pobrano po 10 roślin z każdego poletka w celu oznaczenia stopnia porażenia liści przez rdzę koronową. Na czterech najstarszych liściach wizualnie oceniono procent powierzchni blaszki liściowej pokrytej zarodnikami rdzy.

Zbiór roślin przeprowadzono za pomocą kosiarki listwowej. Zważono zieloną masę zielonki i pobrano próby materiału roślinnego po ok. 600 g z każdego poletka. Rośliny wysuszono w temp. 60°C i obliczono zawartość oraz plon suchej masy.

3.2.2. CHARAKTERYSTYKA ODMIAN OWSA SIEWNEGO

Odmiana **‘Berdysz’** wpisana została do krajowego rejestru odmian w 2008 roku. Odmiana pochodzi ze Stacji Hodowli Odmian Danko i jest odmianą wczesną. Plon ziarna stanowi 96% wzorca tj. $6.26 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Porażenie przez choroby takie jak: mączniak prawdziwy, rdza wieńcowa, rdza żółtobłowa, helmintosporioza i septorioza liści wynoszą odpowiednio: 7.8, 7.9, 7.8, 7.5, 7.8 w 9^o skali. Odporność na toksyczne jony glinu Al^{+++} została oceniona na 5^o, wyleganie na 5,5^o w 9^o skali. Wysokość roślin tej odmiany to 97 cm. Liczba dni do wiechowania wynosi 166, a do dojrzałości woskowej 201dni (COBORU 2013).

Odmiana **‘Zuch’** wpisana została do krajowego rejestru odmian w 2008 roku. Odmiana pochodzi ze Stacji Hodowli Odmian Danko i jest odmianą średniopóźną. Plon ziarna stanowi 99% wzorca tj. $6.45 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Porażenie przez choroby takie jak: mączniak prawdziwy, rdza wieńcowa, rdza żółtobłowa, helmintosporioza i septorioza liści wynoszą odpowiednio: 7.4, 7.5, 7.7, 7.6, 7.8 w 9^o skali. Odporność na toksyczne jony glinu Al^{+++} została oceniona na 5^o, wyleganie na 6.0^o w 9^o skali. Wysokość roślin tej odmiany to 101cm. Liczba dni do wiechowania wynosi 165, a do dojrzałości woskowej 202 dni (COBORU 2013).

Odmiana **‘Forage Plus’** jest odmianą amerykańską, wyhodowaną specjalnie do użytkowania zielonkowego. Jest odmianą późną (Coblentz i in. 2011). Materiał siewny otrzymano z Katedry Agronomii Uniwersytetu Wisconsin-Madison, USA.

3.2.3. ANALIZY CHEMICZNE

Wysuszone próby zielonki przeznaczone do analiz chemicznych zmielono tak, aby przesiewały się przez sito o średnicy 1 mm.

Oznaczenie zawartości azotu ogólnego wykonano metodą szybkiego spalania na automatycznym analizatorze (LECO Model FP-528; LECO Corp, St Joseph, MI). Zawartość białka ogólnego wyliczono stosując przelicznik 6.25. Zawartość neutralnej (NDF) i kwaśnej (ADF) frakcji włókna oznaczono metodą sekwencyjną opisaną przez Van Soest i in. (1991) na aparaturze ANKOM Technology Corp. (Fairport, NY). Oznaczenie strawności paszy *in vitro* wykonano z wykorzystaniem płynu żwacza krowy rasy Holstein i roztworu buforowego opisanego przez Goeringa i Van Soest (1970). Oznaczenie strawności wykonano w inkubatorze Daisy II²⁰⁰ i analizator włókna ANKOM²⁰⁰ fiber analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY).

3.3. DOŚWIADCZENIE 2: PORÓWNANIE PLONÓW SUCHEJ MASY OWSA I GORCZYCY BIAŁEJ W ZALEŻNOŚCI OD TERMINU SIEWU ORAZ ICH WPŁYW NA PLONY ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO

Czynniki doświadczenia:

I – termin siewu*:

- połowa sierpnia (w tabelach oznaczono 15.08)
- koniec sierpnia/początek września (w tabelach oznaczono 01.09)
- połowa września (w tabelach oznaczono 15.09)

II – gatunki:

- owies siewny (odmiana ‘Berdysz’),
- gorczyca biała (odmiana ‘Nakielska’)

*daty siewu w kolejnych latach: 2011 – 16.08, 01.09, 15.09; 2012 – 14.08, 03.09, 17.09; 2013 – 12.08, 02.09, 20.09.

W doświadczeniu II pod międzyplony nie stosowano nawożenia azotem. Ilość wysiewu owsa wynosiła 180 kg·ha⁻¹, natomiast gorczycy 15 kg·ha⁻¹. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 15 m², a do zbioru 9 m². Rozstawa rzędów wynosiła 12 cm, a głębokość siewu 2-3 cm. Doświadczenie założono w 6 powtórzeniach, z czego 3 zebrano jesienią w celu oznaczenia plonów zielonej i suchej masy. Zbiór roślin przeprowadzono za pomocą kosiarki listwowej. W 2011 i 2012 rośliny

zebrano odpowiednio 20 i 23 października, a w 2013 roku zbiór przeprowadzono 2 listopada. Zważono zieloną masę zielonki i pobrano próby materiału roślinnego po ok. 600 g z każdego poletka. Rośliny wysuszono w temp. 60°C i obliczono zawartość oraz plon suchej masy. Oznaczono zawartość azotu ogólnego według metody opisanej dla pierwszego doświadczenia. Na podstawie plonów suchej masy i zawartości w nich azotu ogólnego wyliczono pobranie tego składnika przez nadziemne części owsa i gorczycy.

Trzy kolejne powtórzenia zostawiono na polu w celu mulczowania gleby. Poletka z mulczem zaorywano wiosną i wysiano jęczmień jary. Jęczmień wysiano w ilości 160 kg·ha⁻¹ i stosowano następujące nawożenie mineralne: 80 kg·ha⁻¹ N, 50 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 80 kg·ha⁻¹ K₂O. Po pełni wschodów policzono obsadę roślin na 1m², a przed zbiorem liczbę kłosów na 1 m². Jęczmień zebrano kombajnem poletkowym i oznaczono plon ziarna.

3.4. OPRACOWANIE STATYSTYCZNE

Wyniki opracowano statystycznie, posługując się analizą wariancji danych z doświadczeń 2-czynnikowych w układzie losowanych podbloków. Istotność różnic pomiędzy średnimi obiektowymi określono testem Tukeya przy $p = 0.05$. Wykonano syntezę wyników wielokrotnych w modelu łączonych nieścisłości (czynniki stałe; wpływ lat jako składnik błędów).

Przedstawiono najpierw wyniki z każdego roku badań, a następnie jako syntezę z trzech lat. Jeżeli w pojedynczym roku stwierdzono istotny wpływ współdziałania czynników na badaną cechę to wyniki przedstawiono na rysunkach. Pod tabelami podano wartości NIR, a w tabelach dodatkowo oznaczono różnymi istotne różnice – dużymi literami w pionie, a małymi literami w poziomie.

Korzystano z programu statystycznego ANWAW-LRP-w2.xlsx autorstwa F. Rudnickiego.

4. WARUNKI POGODOWE

Warunki termiczne w czasie wegetacji międzyplonów w latach badań były korzystne, a w latach 2012 i 2013 bardzo zbliżone do warunków panujących w ostatnim 63-letnim okresie (tabela 1). W kolejnych miesiącach od sierpnia do października następował systematyczny spadek temperatury powietrza, ale odbiegające na niekorzyść warunki temperaturowe wystąpiły we wrześniu 2013, kiedy średnia dobową temperatura powietrza była o 3 i 4°C niższa w porównaniu do lat poprzednich.

Tabela 1. Średnie dobowe temperatury powietrza (°C) w miesiącach wegetacji międzyplonów ścierniskowych (Stacja Badawcza Mochełek)

Miesiąc	2011	2012	2013	Średnia 1949-2012
Sierpień	17.7	17.6	18.1	17.5
Wrzesień	14.3	13.3	10.7	13.2
Październik	8.4	7.4	8.2	8.1
Średnia	13.5	12.8	12.3	12.9

Warunki wilgotnościowe były bardziej korzystne w latach 2012 i 2013 niż w roku 2011, a także w porównaniu do okresu wieloletniego (tabela 2). Suma opadów była najwyższa w lipcu i na ogół zmniejszała się w kolejnych miesiącach. Takie warunki sprzyjały kiełkowaniu i wschodom roślin uprawianych w międzyplonach. W tabeli 2 uwzględniono także opady występujące w miesiącu poprzedzającym siew, gdyż wg Wilczewskiego i in. (2012) oraz Wilczewskiego i Skindera (2015) o powodzeniu uprawy międzyplonów z różnych gatunków decyduje suma opadów w lipcu i sierpniu. Sumy te wynosiły w kolejnych latach badań: 198.2, 197.4 i 135.6 mm, przy średniej wieloletniej – 127.0 mm.

Tabela 2. Sumy opadów (mm) w miesiącu poprzedzającym siew i w miesiącach wegetacji międzyplonów ścierniskowych (Stacja Badawcza Mochełek)

Miesiąc	2011	2012	2013	Średnia 1949-2012
Lipiec	132.5	115.6	79.0	73.8
Sierpień	67.7	81.8	56.6	53.2
Wrzesień	37.0	25.1	64.1	41.1
Październik	13.2	40.3	18.6	32.6
Suma VII-X	250.4	262.8	218.3	200.7
Suma VIII-X	117.9	147.2	139.3	126.9

W okresie wegetacji jęczmienia jarego średnie dobowe temperatury były w kolejnych latach badań wyższe odpowiednio o 0.5, 0.7 i 1.5°C niż w okresie wieloletnim (tabela 3). Tendencja ta dotyczyła każdego miesiąca, za wyjątkiem czerwca, kiedy w 2011 i 2014 roku temperatury były niższe od temperatur z okresu 1949-2013.

Tabela 3. Średnie dobowe temperatury powietrza (°C) w miesiącach wegetacji jęczmienia jarego (Stacja Badawcza Mochełek)

Miesiąc	2012	2013	2014	Średnia 1949-2013
Kwiecień	8.4	7.0	9.9	7.4
Maj	14.5	14.2	13.3	12.8
Czerwiec	15.2	17.4	16.0	16.3
Lipiec	18.8	18.9	21.5	18.1
Średnia (IV-VII)	14.2	14.4	15.2	13.7

Najwyższą sumę opadów w okresie wegetacji jęczmienia jarego odnotowano w 2012 roku, chociaż w dwóch pierwszych miesiącach

warunki wilgotnościowe nie były korzystne (tabela 4). Zwłaszcza w maju opady były znacząco niższe na tle lat 2013 i 2014, a także na tle danych wieloletnich. Najniższą sumę opadów odnotowano w 2014 roku, ale były one wtedy najbardziej równomiernie rozłożone w całym okresie wegetacji jęczmienia.

Tabela 4. Sumy opadów (mm) w miesiącu poprzedzającym siew i w miesiącach wegetacji jęczmienia jarego (Stacja Badawcza Mochełek)

Miesiąc	2012	2013	2014	Średnia 1949-2013
Kwiecień	26.5	13.6	40.7	27.2
Maj	25.4	91.7	65.7	43.6
Czerwiec	133.8	49.3	44.9	54.9
Lipiec	115.6	79.0	55.4	73.9
Suma	301.3	233.6	206.7	199.6

5. WYNIKI BADAŃ

5.1. ROZWÓJ ROŚLIN, PLONY I WARTOŚĆ PASZOWA ZIELONKI OWSA

5.1.1. ROZWÓJ ROŚLIN

Polskie odmiany owsa były znacznie wcześniejsze niż amerykańska odmiana ‘Forage Plus’ (tabela 5). Szczególnie duże różnice w zaawansowaniu rozwoju roślin występowały przy pierwszym terminie siewu. Podczas zbioru roślin z tego terminu siewu odmiany ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ osiągały pełnię lub nawet końcową fazę kłoszenia, a ‘Forage Plus’ zaawansowaną fazę strzelania w źdźbło. Przy stosowaniu późniejszych terminów siewu różnice te ulegały zmniejszeniu, chociaż nadal pozostawały widoczne. Spośród polskich odmian nieco wcześniejsza była odmiana ‘Zuch’ niż ‘Berdysz’, ale obserwowano to tylko na roślinach z pierwszego terminu siewu.

Tabela 5. Fazy rozwojowe roślin odmian owsa w czasie ich sprzętu w zależności od lat badań i terminu siewu (skala BBCH)

Termin siewu	Odmiana uprawna		
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’
2011			
01.08	53-54	56-58	35-37
15.08	35-37	36-39	30-32
01.09	27-29	25-27	23-24
2012			
01.08	53-55	58-59	38-39
15.08	36-38	36-38	31-33
01.09	27-29	26-27	25-26
2013			
01.08	51-52	57-59	37-39
15.08	32-35	32-35	30-31
01.09.	26-27	26-27	22-23

5.1.2. WYSOKOŚĆ ROŚLIN

Średnia wysokość roślin była w latach badań bardzo podobna (tabela 6). Najwyższe rośliny były zawsze z pierwszego terminu siewu. W 2011 i 2012 roku rośliny z drugiego i trzeciego siewu nie różniły się istotnie pod względem tej cechy. W 2013 roku wykazano istotne różnice pomiędzy wysokością roślin z każdego kolejnego terminu siewu.

W pierwszym roku badań odmiany owsa różniły się istotnie. Najdłuższe źdźbła wytworzyła odmiana 'Berdysz'. Rośliny odmiany 'Zuch' były od 2.6 cm niższe, a rośliny odmiany 'Forage Plus' aż o 7.3 cm niższe od roślin odmiany 'Berdysz'. W drugim i trzecim roku badań nie wykazano istotnych różnic pomiędzy odmianą 'Berdysz' i 'Zuch', a także pomiędzy odmianą 'Zuch' a 'Forage Plus' (tabela 6).

Tabela 6. Wysokość roślin owsa przez zbiorem w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań (cm)

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	39.4 A	40.2 A	40.7 A
15.08	27.2 B	27.2 B	27.5 B
01.09	23.5 B	24.8 B	23.4 C
Odmiana uprawna			
'Berdysz'	33.3 A	33.2 A	33.3 A
'Zuch'	30.7 B	31.3 AB	30.3 AB
'Forage Plus'	26.0 C	27.7 B	28.1 B
Średnia	30.0	30.7	30.6

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 5.20; 2012 – 4.81; 2013 – 3.44

Czynnik II: odmiana 2011 – 2.51; 2012 – 3.22; 2013 – 3.85

Synteza wyników z lat badań potwierdza, że rośliny z każdego kolejnego terminu były istotnie coraz niższe (tabela 7). Różnica

między wysokością roślin z pierwszego i drugiego terminu siewu wynosiła 12.8 cm, a między wysokością z drugiego i trzeciego terminu siewu 3.4 cm. Najdłuższe źdźbła tworzyła odmiana 'Berdysz', istotnie krótsze (o 2.6 cm) odmiana 'Zuch', a istotnie najkrótsze odmiana 'Forage Plus' - o 6.0 i 3.4 cm odpowiednio w porównaniu z odmianą 'Berdysz' i 'Zuch'. Nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczenia na wysokość roślin, co oznacza że wszystkie odmiany reagowały jednokierunkowo na opóźnienie terminu siewu.

Tabela 7. Wysokość roślin owsa przez zbiorem w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań – średnia z lat 2011-2013 (cm)

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	'Berdysz'	'Zuch'	'Forage Plus'	
01.08	45.3	41.4	33.6	40.1 A
15.08	26.1	28.8	27.0	27.3 B
01.09	28.4	22.0	21.2	23.9 C
Średnia dla odmian	33.3a	30.7b	27.3c	30.4

NIR_{0.05}: Czynniki I: termin siewu – 0.662 Czynniki II: odmiana – 0.297
Interakcja –I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

5.1.3. PLONY SUCHEJ MASY

W pierwszym i drugim roku badań uzyskano średnie plony owsa na podobnym poziomie, a w trzecim roku plony były o ok. 1.0 t·ha⁻¹ wyższe (tabela 8). W 2011 i 2012 roku najwyższe plony zebrano z roślin wysianych najwcześniej tj. 1 sierpnia, a w 2013 roku plony z pierwszego i drugiego terminu siewu były statystycznie podobne. Najniższe plony uzyskiwano zawsze z owsa wysiewanego 1 września. W pierwszym roku były one dwukrotnie mniejsze w porównaniu do plonów z siewu najwcześniejszego, a w drugim i trzecim roku były średnio 3-krotnie mniejsze.

W każdym roku najwyższą plonowała odmiana 'Berdysz', z tym że w 2012 roku na podobnym jak 'Berdysz' poziomie plonowała także

odmiana ‘Zuch’ (tabela 8). W każdym roku badań najniższe plony zbierano z roślin odmiany ‘Forage Plus’, chociaż w 2013 roku plony odmiany ‘Zuch’ były porównywalne z plonami odmiany ‘Forage Plus’.

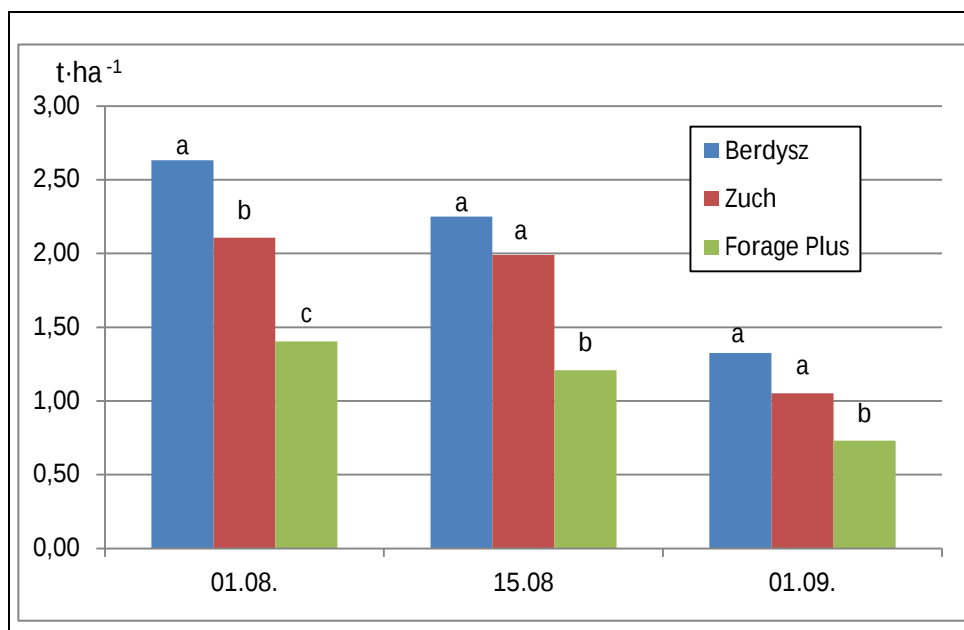
Tabela 8. Plony suchej masy zielonki owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań ($t \cdot ha^{-1}$)

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	2.07 A	2.07 A	2.85 A
15.08	1.72 B	1.61 B	3.94 A
01.09	1.11 C	0.72 C	1.02 B
Odmiana uprawna			
‘Berdysz’	2.05 A	1.65 A	3.02 A
‘Zuch’	1.82 B	1.53 A	2.51 B
‘Forage Plus’	1.04 C	1.23 B	2.28 B
Średnia	1.63	1.47	2.60

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 0.245; 2012 – 0.259; 2013 – 1.328

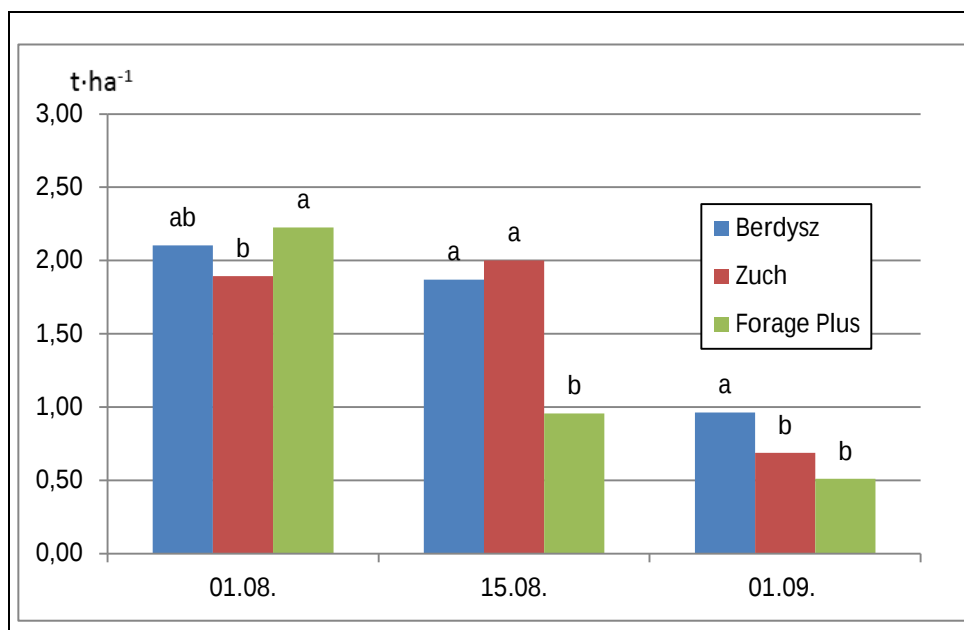
Czynnik II: odmiana 2011 – 0.207; 2012 – 0.190; 2013 – n.i.

W każdym roku badań stwierdzano wpływ interakcji czynników na plony suchej masy zielonki owsa. W 2011 roku wszystkie odmiany owsa wysianego w pierwszym terminie różniły się istotnie – najwyższe plony uzyskano z odmiany ‘Berdysz’, a najniższe z odmiany ‘Forage Plus’. W obu późniejszych terminach siewu obie polskie odmiany nie różniły się istotnie i plonowały wyżej od odmiany ‘Forage Plus’ (rys. 1).



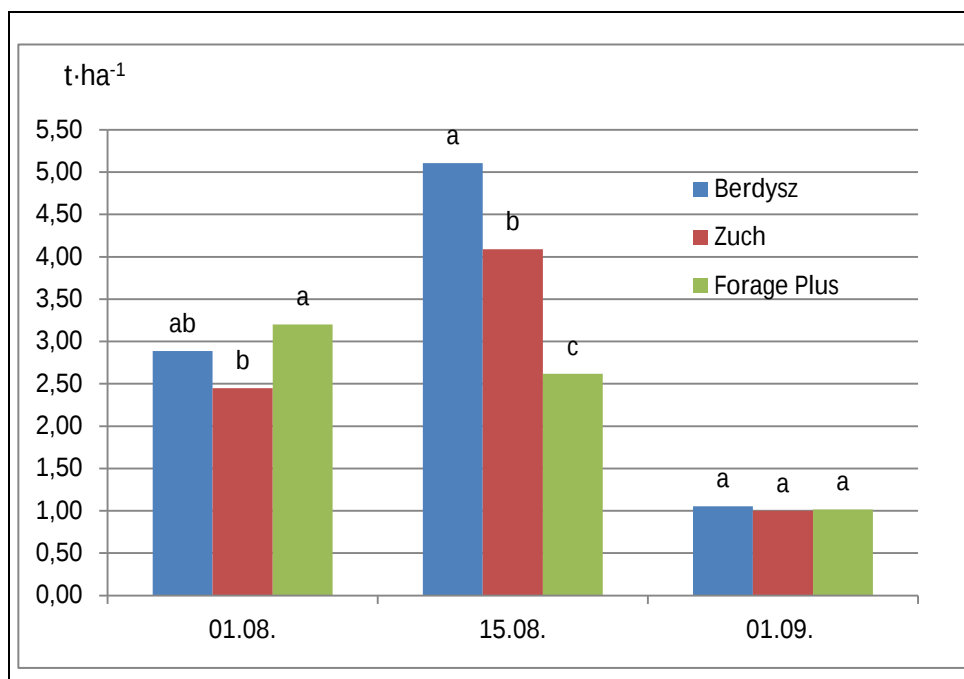
Rys. 1. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na plon suchej masy zielonki w 2011 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.328)

W 2012 roku, gdy siew wykonano najwcześniej to wyższe plony zebrano z roślin odmiany ‘Forage Plus’ niż z odmiany ‘Zuch’ (rys. 2). Poziom plonu odmiany ‘Berdysz’ był pośredni. W drugim terminie siewu plony polskich odmian także nie różniły się istotnie, ale były znacząco wyższe od plonów odmiany ‘Forage Plus’. Przy wykonaniu najpóźniejszego siewu plony odmiany ‘Berdysz’ były istotnie wyższe od plonów z obu pozostałych odmian. Nie stwierdzono wtedy różnicy pomiędzy odmianami ‘Zuch’ i ‘Forage Plus’.



Rys. 2. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na plon suchej masy zielonki w 2012 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.311)

W 2013 roku, podobnie jak w 2012 roku, wtedy gdy siew wykonano najwcześniej to istotnie wyższe plony zebrano z roślin odmiany ‘Forage Plus’ niż z odmiany ‘Zuch’ (rys. 3), a poziom plonu odmiany ‘Berdysz’ był pośredni. Kiedy siew przeprowadzono w połowie sierpnia to wszystkie odmiany różniły się istotnie – najwyższe plony zebrano z odmiany ‘Berdysz’, następnie z odmiany ‘Zuch’, a najniższe z odmiany ‘Forage Plus’. Plony zebrane z roślin wysianych najpóźniej nie różniły w zależności od odmiany.



Rys. 3. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na plon suchej masy zielonki w 2013 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.538)

Synteza wyników z trzech lat badań wskazuje, że plony suchej masy zielonki z owsa wysiewanego 1 i 15 sierpnia nie różniły się istotnie i było znacząco, bo o około 1.40 t·ha⁻¹ wyższe od plonów owsa sianego 1 września (tabela 9). Odmiany ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ plonowały na podobnym poziomie i były to plony istotnie wyższe od plonów uzyskanych z odmiany ‘Forage Plus’.

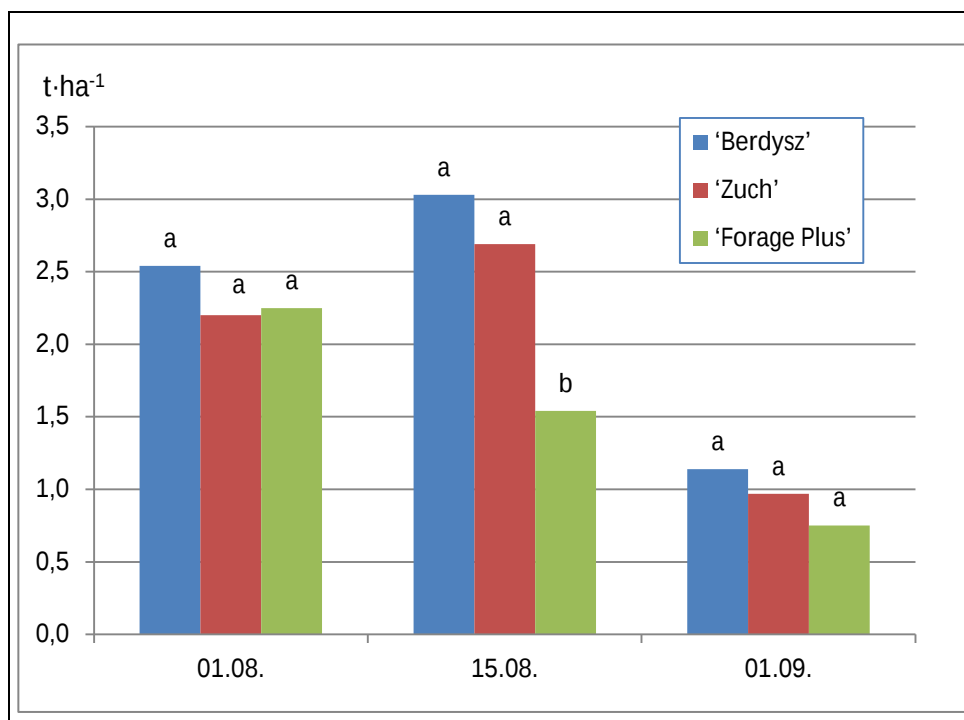
Tabela 9. Plony suchej masy zielonki owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej – średnia z lat 2011-2013 (t·ha⁻¹)

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’	
01.08	2.54	2.20	2.25	2.33A
15.08	3.03	2.69	1.54	2.42 A
01.09	1.14	0.97	0.75	0.95 B
Średnia dla odmian	2.24 A	1.95 A	1.52 B	1.90

NIR_{0,05}: Czynn timer I: termin siewu – 0.56 Czynn timer II: odmiana – 0.30

Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i

Wykazano wpływ współdziałania czynników doświadczenia na plony zielonki owsa (rys. 4). Wszystkie odmiany wysiane 1 sierpnia plonowały na statystycznie zbliżonym poziomie. Z drugiego terminu siewu plony odmiany ‘Berdysz’ i Zych były statystycznie podobne, a plony odmiany ‘Forage Plus’ istotnie niższe od obu polskich odmian. Z trzeciego terminu siewu uzyskano statystycznie jednakowe plony ze wszystkich testowanych odmian.



Rys. 4. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na plon suchej masy zielonki średnio w latach 2011-2013 (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.40)

5.1.4. PORAŻENIE LIŚCI PRZEZ RDZĘ KORONOWĄ

W każdym roku badań obie polskie odmiany były z znacznym stopniem (od 44 do 72% powierzchni blaszek liściowych) porażone przez rdzę koronową, przy czym rośliny odmiany 'Zuch' były w większym stopniu (od 10 do 20%) zaatakowane przez chorobę niż rośliny odmiany 'Berdysz' (tabela 10). Porażenie to występowało tylko na roślinach wysianych w najwcześniejszym terminie, bo przy późniejszych terminach siewu objawy porażenia były niewielkie. Liście odmiany 'Forage Plus' były tylko w minimalnym stopniu zainfekowane przez *P. coronata*. Jednak w trzecim roku badań zauważono pewną tendencję tej odmiany do większego porażenia liści rdzą niż w latach poprzednich.

W drugim i trzecim roku badań obserwowano także porażenie mączniakiem liści wszystkich odmian owsa.

Tabela 10. Porażenie owsa przez rdzę koronową przed zbiorem (% zainfekowanej powierzchni blaszki liściowej) w zależności od terminu siewu w latach badań (średnia z czterech najstarszych liści)

Termin siewu	Odmiana uprawna		
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’
2011			
01.08	44	62	2
15.08	1	1	1
01.09	1	0	0
2012			
01.08	54	65	2
15.08	1	1	1
01.09	1	1	0
2013			
01.08	62	72	8
15.08	5	1	3
01.09	2	1	0
Średnia 2011-2013			
01.08	53	66	4
15.08	2	1	2
01.09	1	1	0

Wyniki zawarte w tabeli 11 obrazują, że porażone były głównie liście najstarsze, szczególnie dwa pierwsze. W przypadku odmiany ‘Zuch’ w każdym roku dwa pierwsze liście były niemal całkowicie porażone. Nieznacznie mniej zaatakowane były liście odmiany ‘Berdysz’. Zaobserwowano tendencję do wzrostu porażenia liści odmiany ‘Forage Plus’, szczególnie w trzecim roku badań.

Tabela 11. Porażenie owsa przez rdzę koronową przed zbiorem (% zainfekowanej powierzchni blaszki liściowej) w zależności od terminu siewu w latach badań (średnia z dwóch najstarszych liści)

Termin siewu	Odmiana uprawna		
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’
2011			
01.08	85	98	0
15.08	2	2	1
01.09	0	1	0
2012			
01.08	86	98	3
15.08	2	2	2
01.09	2	2	0
2013			
01.08	90	99	11
15.08	8	2	5
01.09	3	2	1
Średnia 2011-2013			
01.08	87	98	6
15.08	4	2	3
01.09	2	2	0

5.1.5. WARTOŚĆ PASZOWA ZIELONKI

5.1.5.1. ZAWARTOŚĆ BIAŁKA OGÓLNEGO

W plonach zielonki z pierwszego roku badań zawartość białka ogółem była najniższa, a w kolejnych latach odpowiednio około 2-krotnie większa (tabela 12). Zawartość białka w zielonce w każdym roku zależała od terminu siewu i zawsze najwięcej białka zawierała zielonka z ostatniego terminu siewu. W pierwszym w trzecim roku poziom białka w plonie z pierwszego i drugiego terminu siewu był statystycznie jednakowy. W drugim roku badań najmniej białka zawierała zielonka z pierwszego terminu siewu i zawartość ta rosła istotnie wraz z opóźnianiem terminów siewu. W pierwszym roku badań stwierdzono różnice międzyodmianowe. Istotnie więcej białka zawierały wtedy rośliny odmiany 'Forage Plus' niż rośliny odmiany 'Berdysz'. Poziom pośredni stwierdzono w zielonce odmiany 'Zuch'.

W żadnym roku nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczenia na kształtowanie zawartości białka w zielonce owsa.

Tabela 12. Zawartość białka ogółem ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	126.8 B	161.6 C	145.2 B
15.08	117.0 B	256.2 B	176.9 B
01.09	158.0 A	354.0 A	322.0 A
Odmiana uprawna			
'Berdysz'	129.3 B	253.9	211.5
'Zuch'	131.5 AB	262.6	217.2
'Forage Plus'	141.1 A	255.3	215.4
Średnia	133.9	257.3	214.7

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 9.61; 2012 – 21.7; 2013 – 51.0

Czynnik II: odmiana 2011 – 10.85; 2012 – n.i.; 2013 – n.i.

Synteza wyników z trzech lat badań dowodzi, że zawartość białka było najniższa w roślinach wysiewanych 1 sierpnia i zwiększała się w roślinach z kolejnych terminów siewu, przy czym istotną różnicę odnotowano pomiędzy pierwszym a trzecim oraz drugim a trzecim terminem siewu (tabela 13). Nie stwierdzono wpływu genotypu (odmiany) ani współdziałania czynników doświadczenia na poziom kumulacji białka w zielonce owsa.

Tabela 13. Zawartość białka ogółem ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej – średnia z lat 2011-2013

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’	
01.08.	141.3	151.0	141.3	144.5 B
15.08.	177.3	176.4	196.4	183.4 B
01.09.	276.0	196.4	274.1	278.0 A
Średnia dla odmian	198.0	203.7	203.9	202.0

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu – 43.59 Czynniki II: odmiana – n.i.
Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

5.1.5.2. ZAWARTOŚĆ NEUTRALNEJ FRAKCJI WŁÓKNA (NDF)

Zawartość NDF z zielonce owsa zależała przede wszystkim od terminu jego siewu, a tylko w pierwszym roku badań także od odmiany (tabela 14). W każdym roku najwyższy poziom NDF stwierdzano w zielonce z pierwszego terminu siewu, istotnie mniej w zielonce z drugiego terminu siewu. Najniższy poziom NDF występował z zielonce z trzeciego terminu siewu. Wyjątkiem był jedynie rok 2011, kiedy opóźnienie terminu siewu z 15 sierpnia na 1 września nie spowodowało spadku zawartości NDF. Także w 2011 roku stwierdzono, że w zielonce odmiany ‘Zuch’ zawartość tej frakcji włókna była istotnie wyższa w porównaniu z zielonką z odmiany ‘Berdysz’ i ‘Forage Plus’.

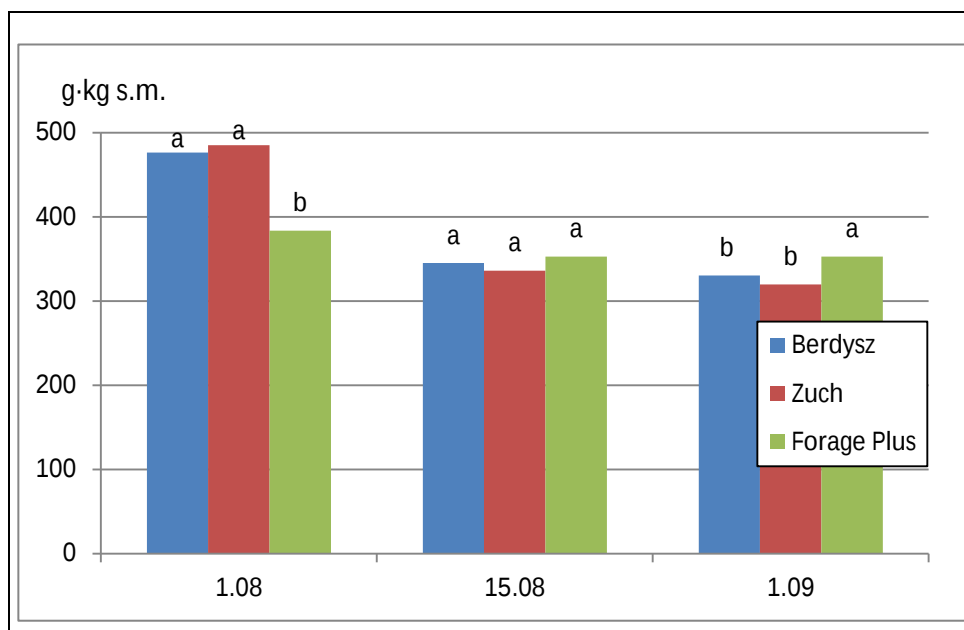
Tabela 14. Zawartość neutralnej frakcji włókna ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	487.8 A	509.6 A	469.0 A
15.08	333.9 B	439.7 B	438.9 B
01.09	341.4 B	379.6 C	382.2 C
Odmiana uprawna			
‘Berdysz’	384.1 B	454.9	438.1
‘Zuch’	398.5 A	448.9	431.5
‘Forage Plus’	380.5 B	425.0	420.5
Średnia	387.7	442.9	430.0

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 13.6; 2012 – 29.6; 2013 – 24.6

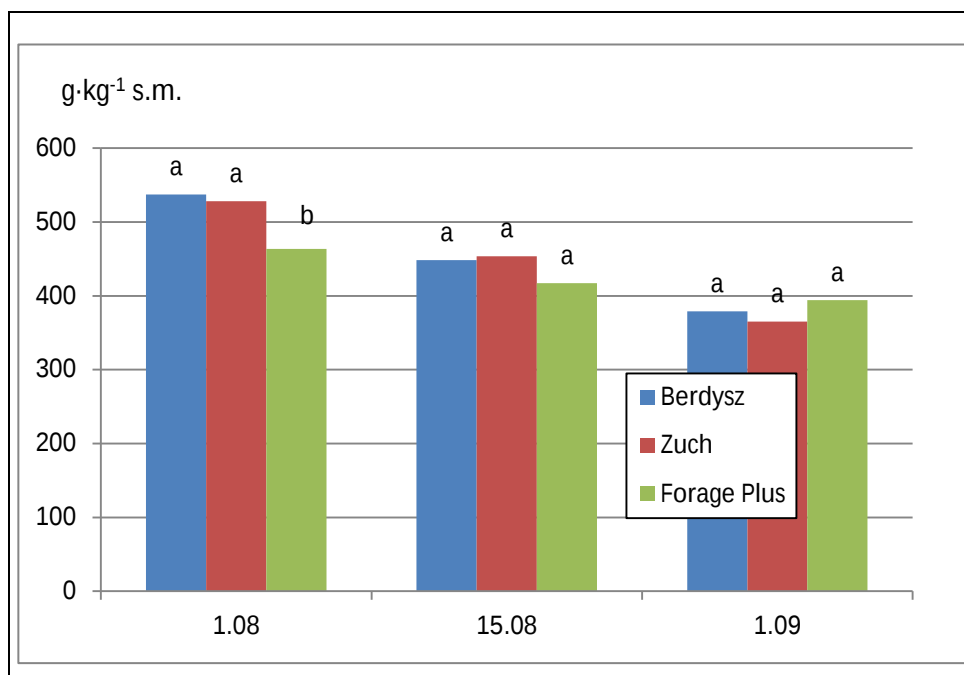
Czynnik II: odmiana 2011 – 11.2; 2012 – n.i.; 2013 – n.i.

W 2011 roku odmiany różniły się istotnie pod względem zawartości NDF w paszy wtedy, gdy siew wykonano w pierwszym i trzecim terminie (rys. 5). W pierwszym terminie siewu pożądaną niską zawartość NDF stwierdzono w paszy z odmiany ‘Forage Plus’, natomiast w trzecim terminie zawartość tej frakcji włókna była w paszy z tej odmiany najwyższa. Obie polskie odmiany nie różniły pod względem tej cechy.



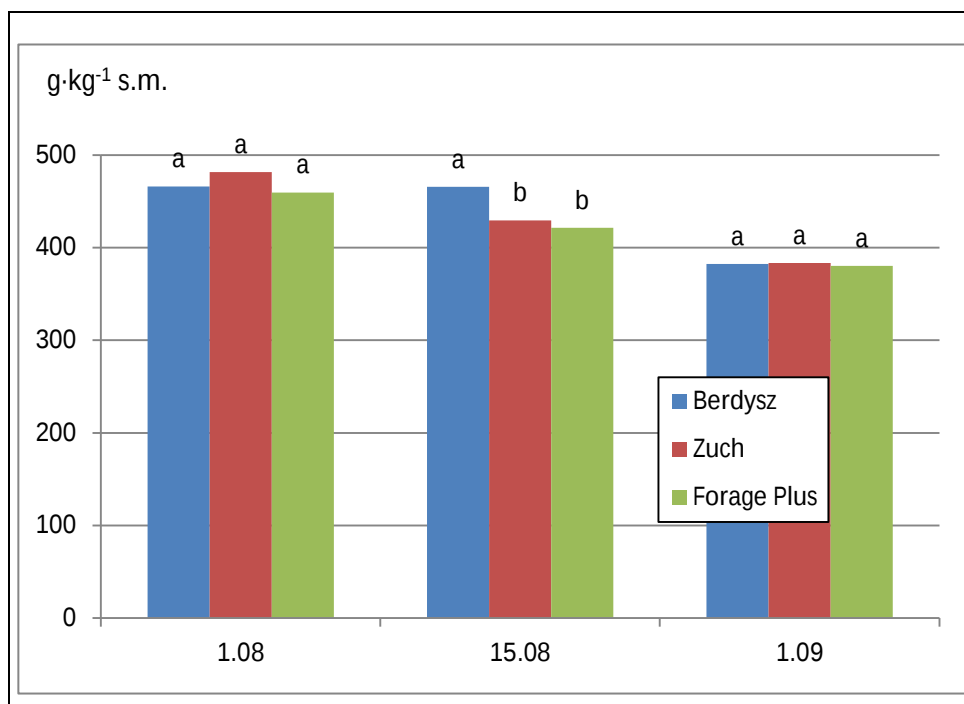
Rys. 5. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na zawartość NDF w zielonce w 2011 roku (w obrębie jednego terminu siewu płony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 18.9)

W 2012 roku, podobnie jak w roku 2011, w pierwszym terminie siewu pożądaną niską zawartość NDF stwierdzono w paszy z odmiany 'Forage Plus' (rys. 6). Kiedy siew wykonano w późniejszych terminach to genotyp nie miał wpływu na zawartość tej frakcji włókna.



Rys. 6. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na zawartość NDF w zielonce w 2012 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 50.4)

W ostatnim roku badań z roślin wysianych w pierwszym i trzecim terminie zawartość neutralnej frakcji włókna była statystycznie jednakowa we wszystkich odmianach (rys. 7). Istotne różnice między odmianami stwierdzono w plonach z roślin wysianych w połowie sierpnia. Wtedy pożądaną, najniższą wartość NDF oznaczono w plonie z odmiany 'Forage Plus'.



Rys. 7. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na zawartość NDF w zielonce w 2013 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 32.5)

Syntetyczna analiza wyników dowodzi, że zarówno termin siewu jak i dobór odmiany miały istotny wpływ na zawartość NDF (tabela 15). Wraz z opóźnianiem terminu siewu istotnie zmniejszał się poziom neutralnej frakcji włókna w zielonce; różnica między pierwszym a drugim terminem siewu wynosiła $67.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, a różnica między drugim a trzecim terminem siewu $42.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Średnia zawartość NDF w zielonce odmian ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ była statystycznie jednakowa i istotnie większa niż w zielonce odmiany ‘Forage Plus’.

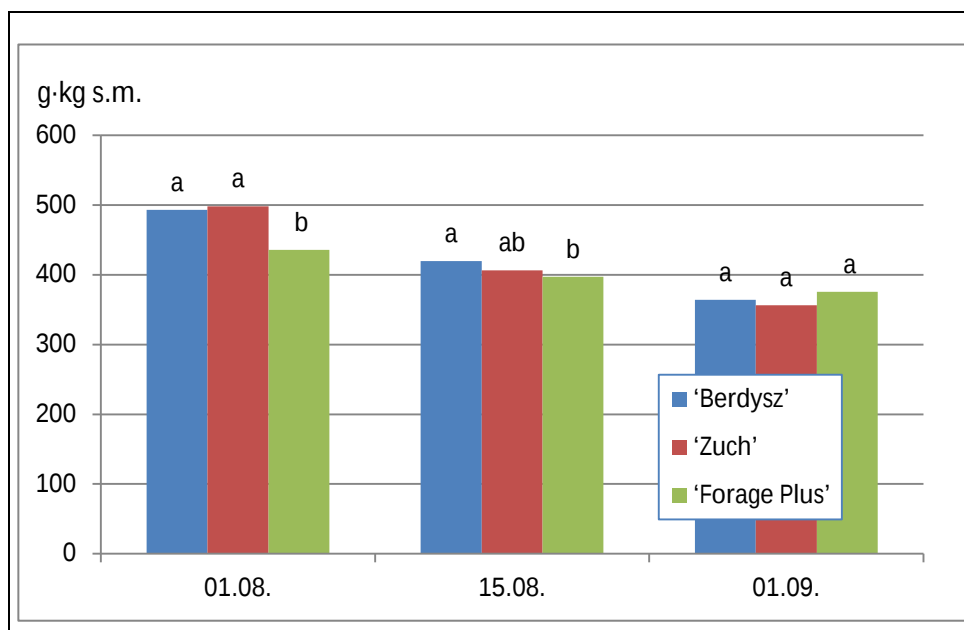
W przypadku odmiany ‘Berdysz’ zawartość NDF zmniejszała się systematycznie wraz z opóźnianiem terminu siewu (tabela 15). Dla dwóch pozostałych odmian istotne zmniejszenie zawartości NDF stwierdzano tylko pomiędzy pierwszym a drugim terminem siewu, dalsze opóźnienie siewu nie wpłynęło już istotnie na zmniejszenie kumulacji tej frakcji włókna.

Tabela 15. Zawartość neutralnej frakcji włókna (NDF) ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej – średnia z lat 2011-2013

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’	
01.08	493.3	498.2	435.6	475.7 A
15.08	419.8	406.4	397.3	407.8 B
01.09	364.1	356.2	375.8	365.4 C
Średnia dla odmian	425.7	420.3	402.9	416.3

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu – 20.82 Czynniki II: odmiana – 12.33
 Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i

W zielonce z najwcześniejszego terminu siewu istotnie niższą zawartość NDF oznaczono w zielonce z odmiany ‘Forage Plus’ ($435.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) niż w zielonce z obu polskich odmian owsa (rys. 8). Kiedy siew wykonano 15 sierpnia to zawartość w zielonce odmiany ‘Forage Plus’ była także istotnie niższa, ale tylko w porównaniu z zielonką odmiany ‘Berdysz’. Odmiana ‘Zuch’ pod względem tej cechy nie różniła się istotnie od obu pozostałych odmian. W zielonce pochodzącej z ostatniego terminu siewu zawartość NDF była jednakowa we wszystkich odmianach.



Rys. 8. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na zawartość NDF w zielonce – średnia z lat 2011- 2013 (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 16.62)

5.1.5.3. ZAWARTOŚĆ KWAŚNIEJ FRAKCJI WŁÓKNA (ADF)

Średnia zawartość kwaśniej frakcji włókna była najniższa w pierwszym roku badań, w kolejnych była odpowiednio o 61.7 i 48 g·kg⁻¹ s.m. wyższa (tabela 16). Wpływ terminu siewu na zawartość ADF był nieco odmienny w latach badań. W 2011 roku najwyższy poziom ADF stwierdzono w zielonce z roślin wysianych najwcześniej, natomiast w zielonce pochodzącej z siewu wykonanego w połowie sierpnia i na początku września zawartość kwaśniej frakcji włókna była statystycznie jednakowa. W 2012 roku stwierdzono istotną różnicę pomiędzy zawartością ADF w zielonce z siewu wykonanego 15 sierpnia (najniższy poziom) a 1 września (najwyższy poziom). Zawartość ADF w zielonce z roślin wysianych 1 sierpnia była natomiast pośrednia. W 2013 roku najmniej ADF zawierała zielonka z roślin pochodzących z ostatniego terminu siewu, a najwięcej z pierwszego terminu siewu. W roślinach z siewu przeprowadzonego w połowie sierpnia zawartość kwaśnej frakcji włókna była natomiast pośrednia. Dobór odmiany miał wpływ na zawartość kwaśnej frakcji włókna w zielonce owsa, ale tylko w pierwszym roku badań. W 2011 roku zielonka z odmian 'Berdysz'

i ‘Zuch’ miała podobny poziom zawartości ADF, a zielonka odmiany ‘Forage Plus’ istotnie mniej, ale tylko w porównaniu z odmianą Zuch.

W żadnym roku badań nie stwierdzono istotnego wpływu współdziałania czynników doświadczenia na zawartość ADF w plonie zielonki owsa.

Tabela 16. Zawartość kwaśnej frakcji włókna ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	222.8 A	257.0 AB	255.1 A
15.08	179.0 B	244.8 B	248.2 AB
01.09	181.6 B	266.5 A	223.9 B
Odmiana uprawna			
‘Berdysz’	197.9 AB	251.7	248.7
‘Zuch’	199.7 A	260.8	237.6
‘Forage Plus’	185.7 B	255.8	240.9
Średnia	194.4	256.1	242.4

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 23.2; 2012 – 15.5; 2013 – 29.9

Czynnik II: odmiana 2011 – 12.4; 2012 – n.i.; 2013 – n.i.

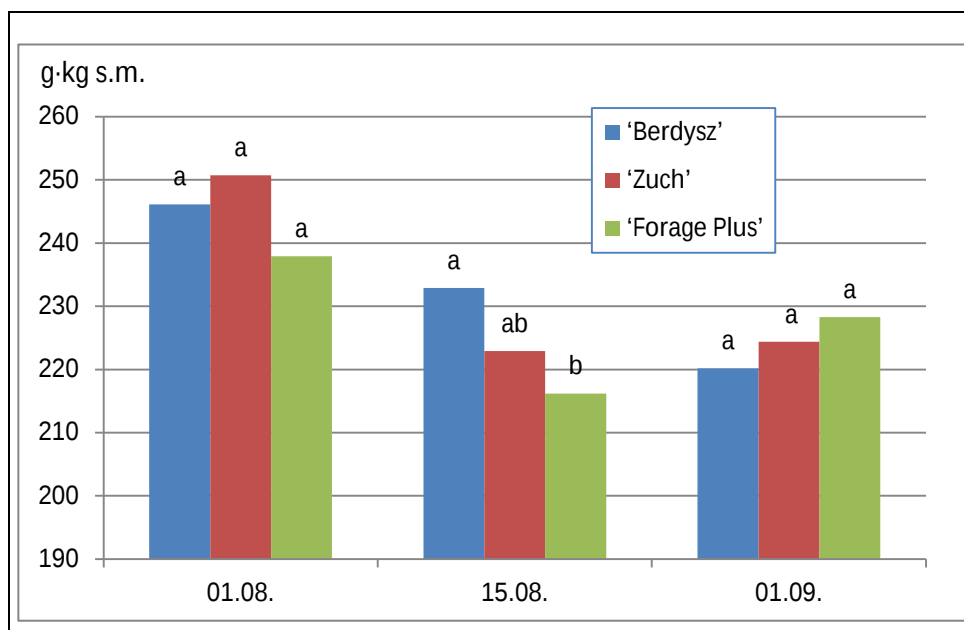
Synteza wyników z całego okresu badawczego wskazuje, że zawartość kwaśnej frakcji włókna zależała przede wszystkim od terminu siewu (tabela 17). Istotnie najwięcej ADF gromadziły rośliny owsa wysiewanego 1 sierpnia. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie skutkowało istotnym zmniejszeniem poziomu tej frakcji włókna (o $22.6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), a opóźnienie o kolejne dwa tygodnie nie miało już wpływu na kumulację ADF. Biorąc pod uwagę średnią, niezależną od terminu siewu, nie stwierdzono w tym zakresie różnic między odmianami.

Tabela 17. Zawartość kwaśnej frakcji włókna (ADF) ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w zielonce owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej – średnia z lat 2011-2013

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’	
01.08	246.1	250.7	237.9	247.5 A
15.08	232.9	222.9	216.2	224.9 B
01.09	220.2	224.4	228.3	224.0 B
Średnia dla odmian	232.8	232.7	227.5	232.2

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu - 17.62 Czynniki II: odmiana - n.i.
 Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i

Wykazano, że odmiany reagowały odmiennie na stosowanie różnych terminów siewu (rys. 9). W pierwszym i trzecim terminie siewu nie stwierdzono różnic w zawartości ADF u testowanych odmian. Różnice te odnotowano natomiast w drugim terminie siewu. Wtedy w zielonce odmiany ‘Forage Plus’ wykazano istotnie niższy poziom ADF ($216.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) niż w zielonce odmiany ‘Berdysz’ ($232.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.). Zawartość ADF w zielonce odmiany ‘Zuch’ ($222.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) nie różniła się istotnie od obu pozostałych odmian.



Rys. 9. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na zawartość ADF w zielonce – średnia z lat 2011- 2013 (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 16.1)

5.1.5.4. STRAWNOŚĆ *IN VITRO*

Analizy strawności metodą *in vitro* wykonano w drugim i trzecim roku badań (tabela 18). W 2012 roku najwyższym poziomem strawności (90.2%) charakteryzowała się zielonka pochodząca z siewu wykonanego w połowie sierpnia, następnie zielonka z siewu najpóźniejszego, a istotnie najniższą strawność oznaczono w zielonce z siewu najwcześniejszego (81.1%). W 2013 roku zielonka z siewu przeprowadzonego w połowie sierpnia i na początku września nie różniła się istotnie pod względem strawności, zielonka z siewu najwcześniejszego cechowała się istotnie najniższym poziomem strawności (87.3%). Strawność zielonki z porównywanych odmian była statystycznie zbliżona.

Tabela 18. Strawność *in vitro* (%) zielonki owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej w latach badań

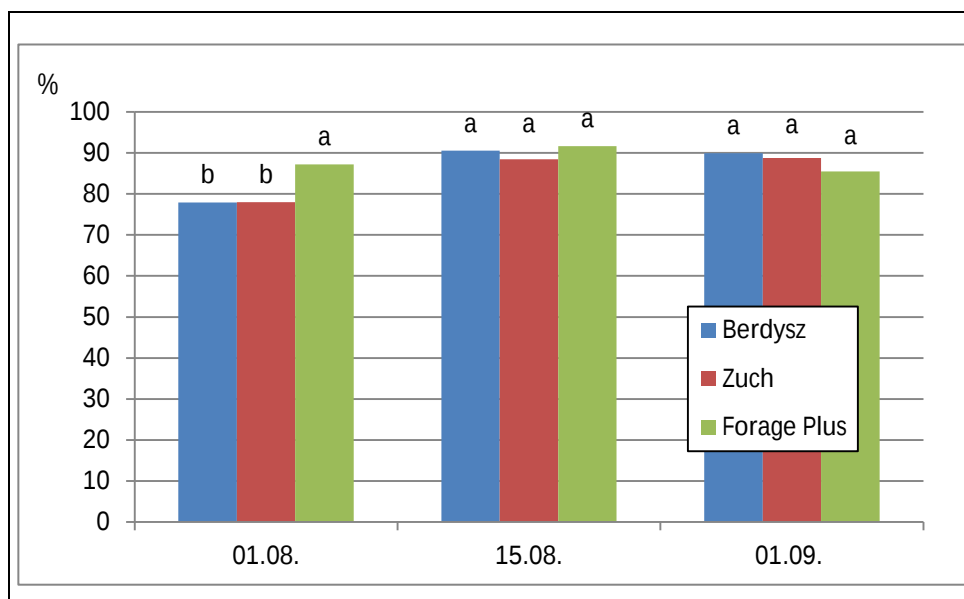
Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
01.08	nie oznaczano	81.1 C	87.3 B
15.08	nie oznaczano	90.2 A	91.4 A
01.09	nie oznaczano	88.1 B	90.2 A
Odmiana uprawna			
‘Berdysz’	nie oznaczano	86.1	88.8
‘Zuch’	nie oznaczano	85.1	89.5
‘Forage Plus’	nie oznaczano	88.1	90.6
Średnia	-	86.5	89.6

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2012 – 2.04; 2013 – 2.50

Czynnik II: odmiana 2012 – n.i.; 2013 – 1.64

W 2012 roku stwierdzono, że strawność *in vitro* paszy zebranej z roślin wysianych najwcześniej zależała od odmiany (rys. 10). Najwyższym poziomem strawności cechowała się zielonka z odmiany ‘Forage Plus’. Polskie odmiany nie różniły się pod względem tej cechy. Kiedy siew przeprowadzono w późniejszych terminach, to nie stwierdzono wpływu odmiany na strawność paszy.

W 2013 roku nie udowodniono wpływu współdziałania czynników doświadczenia na zmiany strawności *in vitro* paszy z zielonki owsa.



Rys. 10. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na strawność *in vitro* paszy w 2012 roku (w obrębie jednego terminu siewu płony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 4.80)

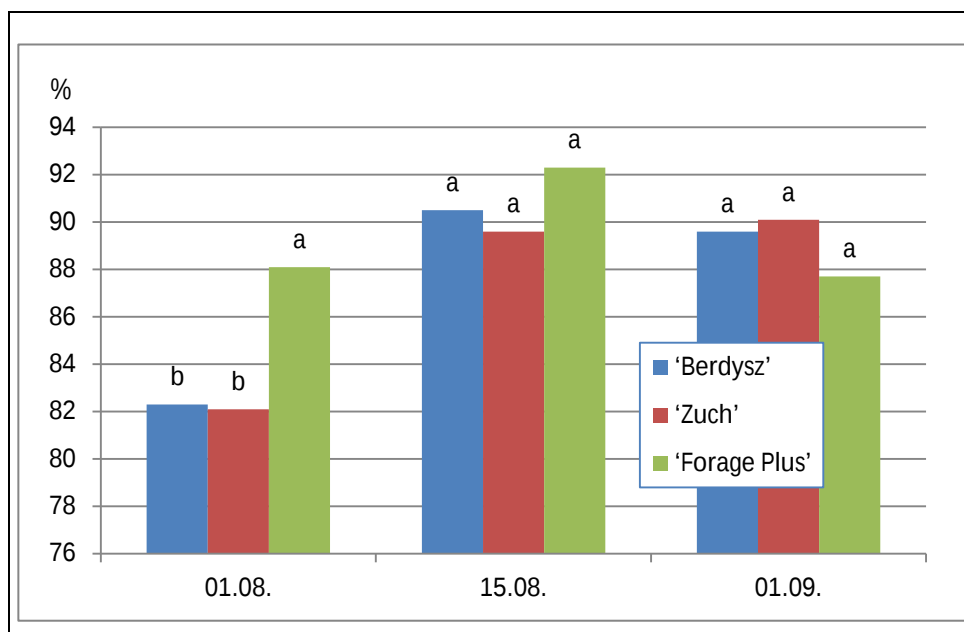
Średnia z lat badań strawność *in vitro* zielonki z owsa wynosiła 88.0% (tabela 16). Istotnie wyższą strawnością charakteryzowała się zielonka z siewów przeprowadzonych w połowie sierpnia lub na początku września niż zielonka z siewu najwcześniejszego. Spośród ocenianych odmian najwyższą strawnością cechowała się zielonka z odmiany ‘Forage Plus’. Strawność paszy z obu polskich odmian była tylko o 2 punkty procentowe mniejsza, ale była to różnica potwierdzona statystycznie.

Tabela 19. Strawność *in vitro* (%) zielonki owsa w zależności od terminu siewu i odmiany uprawnej – średnia z lat 2012-2013

Termin siewu	Odmiana uprawna			Średnia dla terminu siewu
	‘Berdysz’	‘Zuch’	‘Forage Plus’	
01.08.	82.3	82.1	88.1	84.1 B
15.08.	90.5	89.6	92.3	90.8 A
01.09.	89.6	90.1	87.7	89.1 A
Średnia dla odmian	87.5 B	87.3 B	89.4 A	88.0

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu - 2.27 Czynniki II: odmiana - 1.76
 Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i

Analiza danych z dwóch lat badań wskazuje, że pod względem strawności zielonki z pierwszego terminu siewu korzystnie wyróżniła się odmiana ‘Forage Plus’ (rys. 11). Nie stwierdzono natomiast wpływu odmiany na strawność zielonek pochodzących z drugiego i trzeciego terminu siewu.



Rys. 11. Wpływ współdziałania terminu siewu i odmian owsa na strawność *in vitro* paszy średnia z lat 2012-2013 (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 2.89)

5.2. ROZWÓJ ORAZ PLONY OWSA I GORCZYCY BIAŁEJ UPRAWIANYCH NA MULCZ ORAZ ICH WARTOŚĆ PRZEDPLONOWA DLA JĘCZMIENIA JAREGO

5.2.1. ROZWÓJ ROŚLIN

Tempo rozwoju roślin w latach badań było podobne (tabela 20). Owies wysiany 15.08. osiągał końcowe fazy strzelania w źdźbło, a gorczyca fazę kwitnienia. W drugim terminie siewu owies był w fazie pełni krzewienia, a u gorczycy pojawiał się pęd kwiatostanowy albo rozwinięta rozeta liściowa. Rośliny z siewu wykonanego w połowie września były niewielkie, bo owies osiągał początkową fazę krzewienia, a rozeta gorczycy składała się z 2-8 liści. Rośliny gorczycy były na ogół wyższe od roślin owsa, co szczególnie było widoczne przy porównaniu wysokości obu gatunków wysianych w pierwszym terminie. Stopień zaawansowania rozwoju obu gatunków w kolejnych terminach siewu w 2012 roku prezentują fot. 1, 2 i 3.



Fot. 1. Owies i gorczyca z siewu 15.08.2012 r. Zdjęcie wykonano 20.10.2012 r.



Fot. 2. Owies i gorczyca na pierwszym planie z siewu 01.09.2012 r. Zdjęcie wykonano 20.10.2012 r.



Fot. 3. Owies i gorczyca na pierwszym planie z siewu 15.09.2012 r. Zdjęcie wykonano 20.10.2012 r.

Tabela 20. Wysokość roślin oraz faza rozwojowa owsa siewnego i gorzycy białej w czasie ich zbioru w zależności od lat badań i terminu siewu

Termin siewu	Owies siewny		Gorczyca biała	
	cm	BBCH	cm	faza rozwojowa
1	2	3	4	5
2011				
15.08	30-40	35-37	50-60	kwitnienie
01.09	15-30	27-29	20-30	początek wydłużania pędu
15.09	10-15	23-24	10-20	4-6 liście

cd. tabeli 20

1	2	3	4	5
2012				
15.08	35-45	36-38	50-60	początek kwitnienia
01.09	20-30	27-29	25-35	początek wydłużania pędu
15.09	10-15	22-24	10-15	6-8 liści
2013				
15.08	30-35	32-35	45-55	kwitnienie
01.09	15-20	26-27	15-20	8-10 liście
15.09	10-12	21-22	10-15	2-4 liście

5.2.2. PLON SUCHEJ MASY

Średnie plony suchej masy zielonki z obu gatunków były w 2011 i 2012 jednakowe, a w 2013 tylko nieznacznie niższe (tabela 21). W pierwszym i drugim roku badań plony były różnicowane zarówno przez terminy siewu jak i przez genotyp. W trzecim roku plony zależały wyłącznie od terminu siewu. W każdym roku istotnie najwyższe plony suchej masy zbierano wtedy, gdy rośliny wysiewano 15 sierpnia. Opóźnienie siewu o 2 tygodnie powodowało zawsze istotny spadek plonu, a opóźnienie o kolejne 2 tygodnie skutkowało dalszym spadkiem plonu, ale statystycznie potwierdzono to tylko w 2011 roku.

W pierwszym i drugim roku badań istotnie wyższe plony zebrano z gorczycy niż z owsa, ale w ostatnim roku plony z obu gatunków były jednakowe (tabela 21).

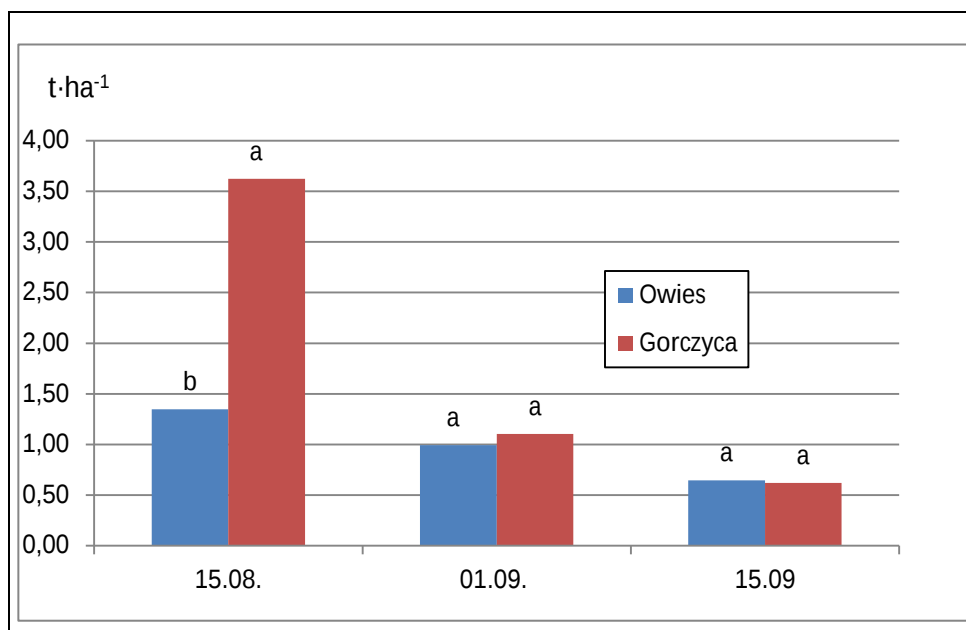
Tabela 21. Plon suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) owsa siewnego i gorczycy białej w zależności od terminu siewu w latach badań

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
15.08	1.97 A	2.49 A	2.61 A
01.09	1.39 B	1.05 B	0.64 B
15.09	0.83 C	0.63 B	0.38 B
Gatunek			
Owies siewny	1.18 B	1.00 B	1.20
Gorczyca biała	1.61 A	1.78 A	1.21
Średnia	1.39	1.39	1.21

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu 2011 – 0.338; 2012 – 0.672; 2013 – 0.535

Czynniki II: gatunek 2011 – 0.346; 2012 – 0.534; 2013 – n.i.

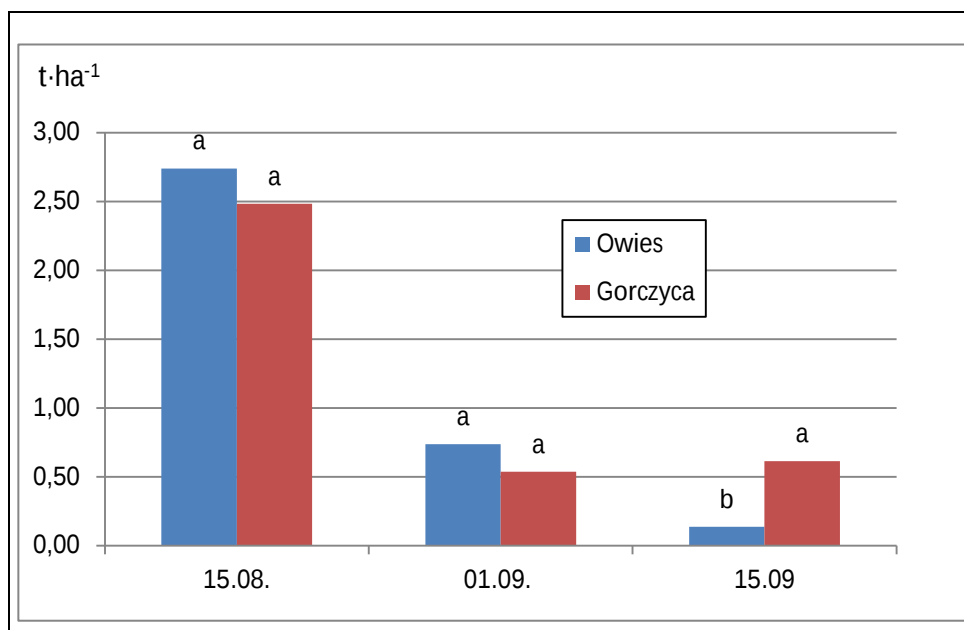
W 2011 roku nie udowodniono wpływu interakcji terminu siewu i gatunków roślin na plon suchej masy. Wpływ ten wykazano natomiast w obu następnych latach. W 2012 roku, kiedy siew wykonano w połowie sierpnia to uzyskano istotnie wyższe plony z gorczycy białej niż z owsa. W kolejnych terminach siewu oba gatunki plonowały na zbliżonym poziomie (rys. 12).



Rys. 12. Wpływ współdziałania terminu siewu i gatunków roślin na plon suchej masy w 2012 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.729)

W 2013 roku istotne różnice między gatunkami odnotowano wtedy, gdy siew wykonano najpóźniej (rys. 13). Uzyskano wtedy istotnie wyższe plony z gorczycy niż z owsa.

Synteza wyników z trzech lat badań wskazuje, że średnie plon z gorczycy były istotnie wyższe od plonów owsa, a różnica wynosiła $0.40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tabela 22). Najwyższe plony zebrano z siewu wykonanego 15 sierpnia. Plony z terminów późniejszych były istotnie niższe, ale nie stwierdzono różnicy pomiędzy plonami uzyskanymi siewu przeprowadzonego 1 września i 15 września.



Rys.13. Wpływ współdziałania terminu siewu i gatunków roślin na plon suchej masy w 2013 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.40)

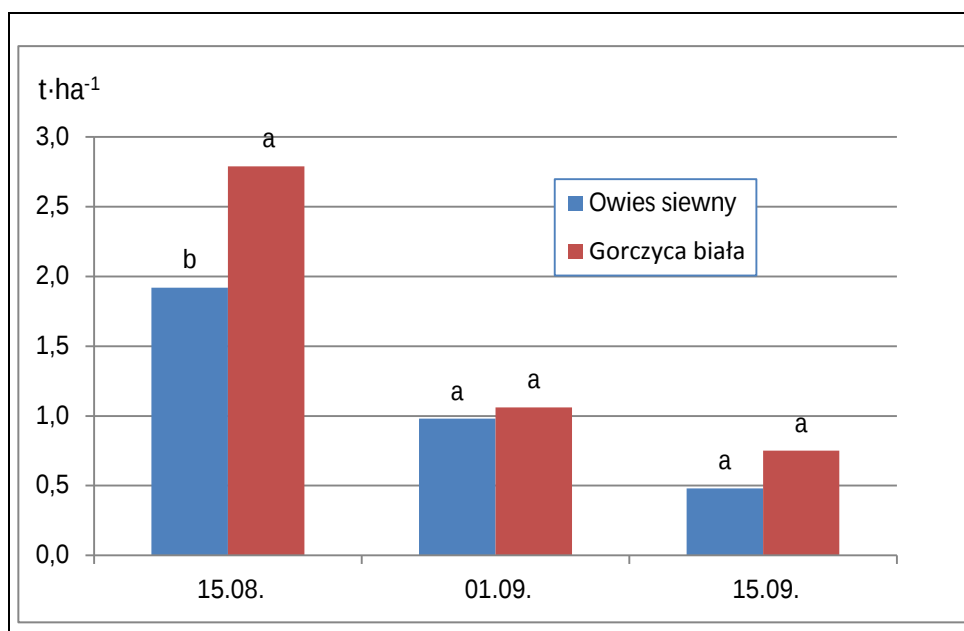
Tabela 22. Plon suchej masy ($t \cdot ha^{-1}$) owsa siewnego i gorczycy białej w zależności od terminu siewu – średnia z lat 2011-2013

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	1.92	2.79	2.36 A
01.09	0.98	1.06	1.02 B
15.09	0.48	0.75	0.61 B
Średnia dla gatunku	1.13	1.53	1.33

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu – 0.436 Czynniki II: gatunek – 0.307
 Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i

Odmienną reakcję gatunków na termin siewu wykazano dla siewu z połowy sierpnia (rys. 14). Stwierdzono, że wtedy plony gorczycy były

istotnie wyższe od plonów owsa. Plony owsa i gorczycy z kolejnych terminów siewu nie różniły się istotnie.



Rys.14. Wpływ współdziałania terminu siewu i gatunków roślin na plon suchej masy średnio w latach 2012-2013 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 0.39)

5.2.3. ZAWARTOŚĆ I POBRANIE AZOTU W NADZIEMNEJ MASIE ROŚLIN

Zawartość azotu ogólnego w masie nadziemnej badanych gatunków w każdym roku zależała od terminu siewu, czyli wieku zbieranych roślin (tabela 23). Wraz z opóźnianiem terminu siewu następował systematyczny i znaczący wzrost zawartości azotu od 1.87% w najbardziej zaawansowanych w rozwoju roślinach do 6.74% w roślinach najmłodszych. Zawartość azotu ogólnego w masie nadziemnej obu gatunków była podobna, chociaż w każdym roku gorczyca wykazywała nieco większą tendencję do kumulacji tego składnika.

Tabela 23. Zawartość azotu ogólnego w plonie suchej masy owsa siewnego i gorczycy białej w zależności od terminu siewu w latach badań (%)

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
15.08	1.96 C	1.94 C	1.87 C
01.09	2.84 B	3.18 B	4.19 B
15.09	4.47 A	4.63 A	6.74 A
Gatunek			
Owies siewny	3.00	3.22	4.20
Gorczyca biała	3.18	3.28	4.33
Średnia	3.09	3.25	4.26

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – 0.733; 2012 – 0.485; 2013 – 0.608

Czynnik II: gatunek 2011 – n.i.; 2012 – n.i.; 2013 – n.i.

Syntetyczne opracowanie wyników z trzech lat badań potwierdza zależność pomiędzy terminem siewu a zawartością azotu w roślinach obu gatunków (tabela 24). Nie wykazano natomiast różnic międzygatunkowych ani wpływu współdziałania czynników doświadczenia na poziom kumulacji azotu w masie nadziemnej roślin.

Tabela 24. Zawartość azotu ogólnego w plonie suchej masy owsa siewnego i gorczycy białej w zależności od terminu siewu – średnia z lat 2011-2013 (%)

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	1.85	2.00	1.92 B
01.09	3.23	3.38	3.30 B
15.09.	5.35	5.21	5.28 A
Średnia dla gatunku	3.48	3.53	3.50

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu – 1.92 Czynnik II: gatunek – n.i.

Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

Średnie pobranie azotu ogólnego przez masę nadziemną mieściło się w zakresie od 33.1 kg·ha⁻¹ (2013 rok) do 38.1 kg·ha⁻¹ (2011 rok). W pierwszym roku badań ilość pobranego azotu nie zależała od terminu siewu, ale zależała od gatunku rośliny (tabela 25). Gorczyca pobrała wtedy o 14.4 kg·ha⁻¹ azotu więcej niż owies. W 2012 roku wykazano istotną różnicę pomiędzy ilością pobranego azotu przez rośliny z pierwszego (48.2 kg·ha⁻¹) a ostatniego terminu siewu (25.4 kg·ha⁻¹). Także w tym roku gorczyca pobrała istotnie więcej azotu (o 16.6 kg·ha⁻¹) niż owies. W 2013 roku średnio oba gatunki wysiane 15.08. pobrały istotnie więcej azotu niż wtedy, gdy wysiewano je później. Ilość azotu pobranego przez rośliny wysiewane 01.09 i 15.09 była bardzo zbliżona. W trzecim roku badań nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy pobraniem azotu przez gorczycę i przez owies.

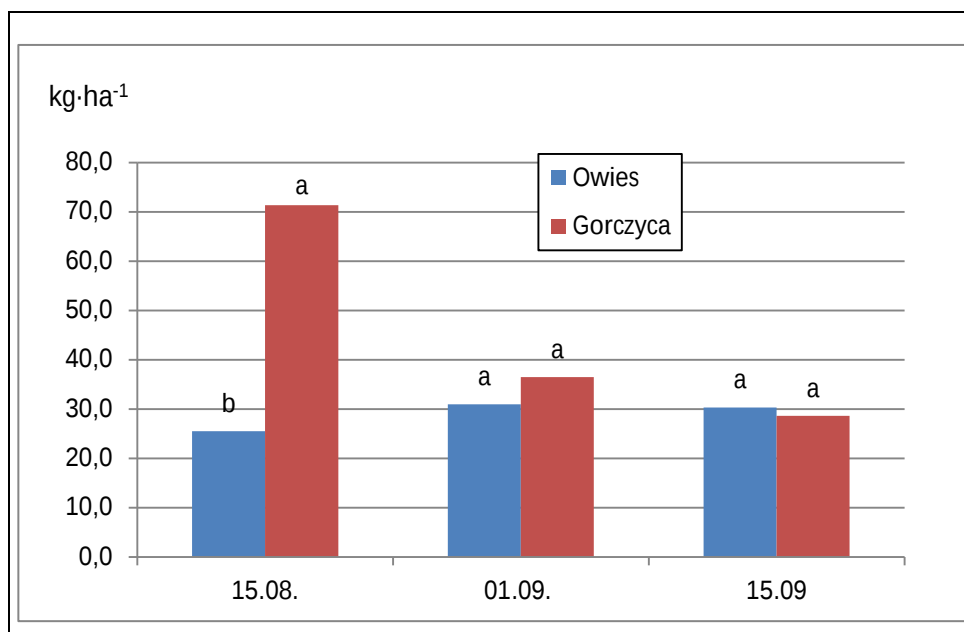
Tabela 25. Pobranie azotu w plonie masy nadziemnej owsa siewnego i gorzycy białej w zależności od terminu siewu w latach badań (kg·ha⁻¹)

Czynnik doświadczenia	2011	2012	2013
Termin siewu			
15.08	38.8	48.2 A	48.8 A
01.09	38.8	33.7 AB	26.7 B
15.09	36.7	25.4 A	24.7 B
Gatunek			
Owies siewny	30.9 B	28.9 B	29.1
Gorczyca biała	45.3 A	45.5 A	37.8
Średnia	38.1	37.2	33.4

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2011 – n.i.; 2012 – 18.2; 2013 – 18.1
Czynnik II: gatunek 2011 – 7.04; 2012 – 7.2; 2013 – n.i.

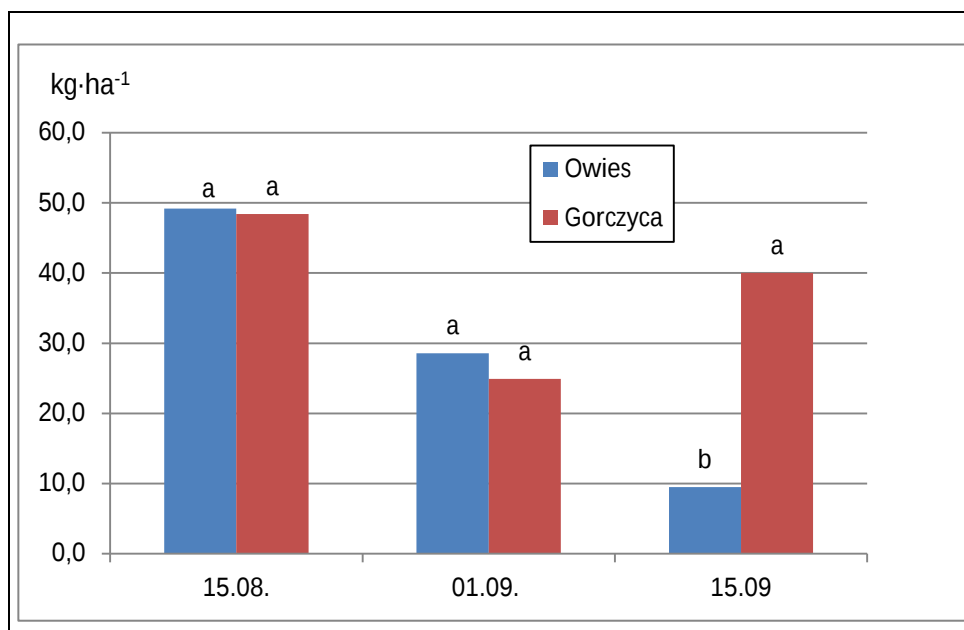
W 2011 roku nie udowodniono wpływu interakcji terminu siewu i gatunków roślin na pobranie azotu przez rośliny owsa i gorzycy białej. Wpływ ten wykazano natomiast w obu następnych latach. W 2012 roku, kiedy siew wykonano w połowie sierpnia to uzyskano istotnie wyższe

pobranie azotu przez rośliny gorczycy białej niż owsa. W kolejnych terminach siewu oba gatunki nie różniły się pod względem pobrania azotu (rys. 15).



Rys. 15. Wpływ współdziałania terminu siewu i gatunków roślin na pobranie azotu ogółem w plonie suchej masy w 2012 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 21.31)

W 2013 roku istotne różnice między gatunkami dotyczące pobrania azotu odnotowano więcej niż rośliny owsa (rys. 16).



Rys. 16. Wpływ współdziałania terminu siewu i gatunków roślin na pobranie azotu ogółem w plonie suchej masy w 2013 roku (w obrębie jednego terminu siewu plony oznaczone różnymi literami różnią się istotnie; NIR – 22.99)

Synteza wyników dotyczących pobrania azotu przez masę nadziemną wykazała, że ilość azotu skumulowanego w roślinach najstarszych wynosiła $45.2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i była istotnie wyższa w porównaniu do ilości tego składnika w roślinach z siewów późniejszych (tabela 26). Poziom azotu pobranego przez rośliny wysiane 01.09 i 15.09 był statystycznie jednakowy. Wykazano także, że gorczyca pobierała średnio o $13.3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu więcej niż owies i była to różnica statystycznie istotna.

Tabela 26. Pobranie azotu w plonie masy nadziemnej owsa siewnego i gorczycy białej w zależności od terminu siewu – średnia z lat 2011-2013 (kg·ha⁻¹)

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	38.4	55.5	45.2 A
01.09	30.9	35.2	33.1 B
15.09	22.8	37.8	30.3 B
Średnia dla gatunku	29.5	42.8	36.1

NIR_{0,05}: Czynniki I: termin siewu – 12.0 Czynniki II: gatunek – 10.4
 Interakcja – I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

5.3. POKRYCIE GLEBY PRZEZ MULCZ

Stopień pokrycia gleby przez rośliny owsa i gorczycy przedstawiono na fotografiach 4-10 wykonanych w dniu 9 lutego 2014 roku. Najdokładniej przykryta była gleba przez rośliny owsa z najwcześniejszego terminu siewu (fot. 4). Gorczyca z najwcześniejszego terminu siewu choć miała wysokie łodygi to gleba pozostawała w większości odkryta (fot. 5). Bardzo podobny stan występował na poletkach, gdzie owies (fot. 6) i gorzycę (fot. 7) wysiewano na początku września. Rośliny obu gatunków wysiewanych w połowie września były najmniejsze, a w konsekwencji zakres pokrycia gleby też był niestateczny (fot. 8 i 9).



Fot. 4. Mulcz z owsa wysianego 15.08.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.



Fot. 5. Mulcz z gorzycy białej wysianej 15.08.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.



Fot. 6. Mulcz z owsa wysianego 01.09.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.



Fot.7. Mulcz z gorczycy białej wysianej 01.09.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.



Fot. 8. Mulcz z owsa wysianego 15.09.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.



Fot. 9. Mulcz z gorczycy białej wysianej 15.09.2013 r. Zdjęcie wykonano 09.02.2014 r.

W okresie kiedy prowadzono badania najobfitsze opady śniegu wystąpiły zimą w 2013 roku. Fotografie wykonane w dniu 10 kwietnia 2013 roku pokazują, że rośliny gorczycy wysianej 15 sierpnia 2012 roku były w stanie zatrzymać bardzo dużo śniegu (fot. 10). Owies z tego samego terminu siewu także zatrzymywał śnieg, ale w znacznie mniejszym zakresie (fot. 11). Na pozostałych poletkach śnieg stopniał wcześniej, bo jego warstwa śniegu była znacznie cieńsza.



Fot. 10. Śnieg zatrzymany przez mulcz z gorczycy białej wysianej 15.08.2012 r. Zdjęcie wykonano 10.04.2013 r.



Fot. 11. Śnieg zatrzymany przez mulcz z owsa wysianego 15.08.2012 r.
Zdjęcie wykonane 10.04.2013 r.

5.4. PLON ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO

Plony ziarna jęczmienia uprawianego po mulczu były zbliżone w latach badań (tabela 27). W pierwszym i drugim roku badań plony ziarna jęczmienia były istotnie wyższe, gdy stosowano najwcześniejszy i najpóźniejszy termin siewu niż wtedy gdy stosowano termin pośredni. Tylko w 2012 roku plon ziarna jęczmienia uprawianego po mulczu z gorczycy był istotnie wyższy od plonu jęczmienia uprawianego po mulczu z owsa. Różnice pomiędzy plonami ziarna jęczmienia uprawianego w stanowisku z mulczem i bez mulczu w każdym roku badań mieściły się w granicach 10%.

Tabela 27. Plon ziarna jęczmienia jarego ($t \cdot ha^{-1}$) uprawianego w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej oraz plon ziarna jęczmienia uprawianego w stanowisku bez mulczu w latach badań

Czynnik doświadczenia	2012	2013	2014
Termin siewu			
15.08	4.22A	4.14A	4.45
01.09	3.43B	3.35B	4.47
15.09	4.18A	4.26A	4.30
Gatunek			
Owies siewny	3.61B	3.73	4.51
Gorczyca biała	4.28A	4.10	4.30
Średnia	3.94	3.92	4.41
Plon jęczmienia uprawianego bez mulczu	4.11	3.95	4.30

NIR_{0.05}: Czynnik I: termin siewu 2012 – 0.50.; 2013 – 0.45; 2014 – n.i.
Czynnik II: rodzaj mulczu 2012 – 0.50.; 2013 – n.i.; 2014 – n.i.

Synteza wyników z trzech lat badań dowodzi, że plony ziarna jęczmienia zależały od terminu siewu międzyplonu (tabela 28). Istotnie wyższe plony zbierano wtedy, gdy międzyplon wysiewano 15 sierpnia lub 15 września, a istotnie niższe, gdy termin siewu międzyplonu przypadał 1 września. Gatunek rośliny uprawianej na mulcz nie spowodował zmian w plonach ziarna jęczmienia. Nie stwierdzono też współdziałania czynników doświadczenia na plonowanie jęczmienia jarego.

Tabela 28. Plon ziarna jęczmienia jarego ($t \cdot ha^{-1}$) uprawianego w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej – średnia z lat 2012-2014

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	4.24	4.30	4.27 A
01.09	3.61	3.89	3.75 B
15.09	3.90	4.60	4.25 A
Średnia dla gatunku	3.92	4.26	4.09

NIR_{0.05}: Czynniki I: termin siewu - 0.49 Czynniki II: rodzaj mulczu - n.i.
Interakcja –I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

Średnia obsada roślin jęczmienia po pełni wschodów wynosiła 265 sztuk na 1 m² (tabela 29). W pierwszym i drugim roku badań odnotowano wpływ terminu siewu międzyplonu na liczbę roślin jęczmienia. W 2012 porównywalną obsadę uzyskano wtedy, gdy siew wykonano 15.08 i 15.09. Kiedy międzyplon wysiano 01.09, to obsada była niższa, ale tylko w porównaniu z najwcześniejszym terminem siewu. W 2013 porównywalną obsadę uzyskano także wtedy, gdy siew przeprowadzono 15.08 i 15.09. Kiedy międzyplon wysiano 01.09, to obsada była niższa, ale tylko w porównaniu z najpóźniejszym terminem siewu. W 2014 roku nie stwierdzono wpływu czynników doświadczenia na liczbę roślin jęczmienia.

Tabela 29. Liczba roślin jęczmienia jarego na 1 m² w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej

Czynnik doświadczenia	2012	2013	2014
Termin siewu			
15.08	259A	287 AB	266
01.09	217B	247 B	264
15.09	248AB	304 A	264
Gatunek			
Owies siewny	233	278	259
Gorczyca biała	249	281	271
Średnia	241	280	265

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu 2012 – 0.40; 2013 – 52.0 2014 – n.i.
Czynnik II: rodzaj mulczu 2012 – n.i.; 2013 – n.i.; 2014 – n.i.

Syntetyczna ocena wyników z lat 2012-2014 nie wykazała istotnego wpływu czynników doświadczenia na liczbę roślin jęczmienia jarego (tabela 30). Zaznaczyła się jedynie tendencja w kierunku mniejszej obsady roślin (ok. 10%) w stanowisku po międzyplonach wysianych 1 września. Obsada jęczmienia uprawianego po gorczycy była o 10 sztuk (ok. 4%) większa niż po owsie.

Tabela 30. Liczba roślin jęczmienia jarego na 1 m² w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej – średnia z lat 2012-2014

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	261	281	271
01.09	245	240	243
15.09	264	280	272
Średnia dla gatunku	257	267	262

NIR_{0,05}: Czynnik I: termin siewu - n.i. Czynnik II: rodzaj mulczu - n.i.
Interakcja –I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

Średnia obsada kłosów jęczmienia po pełni wschodów wynosiła 650 sztuk na 1 m² (tabela 31). W pierwszym i drugim roku badań odnotowano wpływ terminu siewu międzyplonu na liczbę roślin jęczmienia. W 2012 istotnie wyższe zagęszczenie kłosów stwierdzono wtedy, gdy siew międzyplonów przeprowadzono w najwcześniejszym i najpóźniejszym terminie, czyli 15.08 i 15.09. Kiedy siew międzyplonów wykonano 01.09, to uzyskano istotnie najniższe zagęszczenie kłosów jęczmienia. W 2013 porównywalną obsadę uzyskano także wtedy, gdy siew przeprowadzono 15.08 i 15.09. Kiedy międzyplon wysiano 01.09, to obsada była niższa, ale tylko w porównaniu z najwcześniejszym terminem siewu. W 2014 roku nie stwierdzono wpływu czynników doświadczenia na liczbę roślin jęczmienia.

Tabela 31. Liczba kłosów jęczmienia jarego na 1 m² w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej

Czynnik doświadczenia	2012	2013	2014
Termin siewu			
15.08	609 A	589 AB	651
01.09	562 B	537 B	654
15.09	601 A	611 A	646
Gatunek			
Owies siewny	582	580	639
Gorczyca biała	599	578	662
Średnia	591	579	650

NIR_{0.05}: Czynnik I: termin siewu 2012 – 38.0; 2013 – 52.0 2014 – n.i.
Czynnik II: rodzaj mulczu 2012 – n.i.; 2013 – n.i.; 2014 – n.i.

Synteza wyników z lat 2012-2014 nie wykazała istotnego wpływu czynników doświadczenia na liczbę kłosów jęczmienia jarego (tabela 32). Zaznaczyła się jedynie tendencja w kierunku mniejszej obsady roślin (ok. 6%) w stanowisku po międzyplonach wysianych 1 września. Obsada

jęczmienia uprawianego po gorczycy była o 22 sztuki (3.5%) większa niż po owsie.

Tabela 32. Liczba roślin jęczmienia jarego na 1 m² w zależności od terminu siewu i gatunku rośliny mulczującej – średnia z lat 2012-2014

Termin siewu	Gatunek		Średnia dla terminu siewu
	Owies siewny	Gorczyca biała	
15.08	603	629	616
01.09	580	588	584
15.09	617	622	620
Średnia dla gatunku	600	622	607

NIR_{0.05}: Czynniki I: termin siewu - n.i. Czynniki II: rodzaj mulczu - n.i.
Interakcja –I/II (kolumny): n.i. Interakcja II/I (wiersze): n.i.

6. DYSKUSJA

W Stacji Badawczej Mochełek lata 2011-2013 pod względem warunków pogodowych były korzystne dla siewu i rozwoju roślin uprawianych jako międzyplony ścierniskowe (tabele 1, 2, 3, 4). Dodatkowo w latach kiedy prowadzono badania przebieg pogody był zbliżony. Dzięki temu reakcja roślin na czynniki doświadczenia była każdym roku bardzo podobna (Pastuszka i in. 2012). W literaturze podkreśla się, że brak opadów w lecie jest podstawowym czynnikiem ograniczającym, a nawet uniemożliwiającym uprawę międzyplonów ścierniskowych (Andrzejewska 1999, Gonet 1990). Według wg Wilczewskiego i in. (2012) oraz Wilczewskiego i Skindera (2015) w warunkach gleby płowej, kompleksu żytniego bardzo dobrego, optymalna dla międzyplonów ścierniskowych suma opadów w okresie od początku lipca do końca sierpnia mieści się w przedziale od 140 do 150 mm. W 2011 i 2012 roku sumy opadów w tych dwóch miesiącach przekraczały podane wartości o około 40 mm, a wynikało to głównie z dużej ilości opadów w lipcu. W 2013 roku suma opadów w okresie VII–VIII wynosiła 135.6 mm, a więc także była zbliżona do wartości podanych przez Wilczewskiego i in. (2012) oraz Wilczewskiego i Skindera (2015). Najwyższe plony biomasy owsa uzyskano jednakże w 2013 roku.

Podstawowym kryterium doboru odmian owsa do badań była zróżnicowana ich wczesność przyjęta na podstawie deklaracji hodowcy i/lub potwierdzona wynikami badań COBORU (2013). Według tych danych odmiana ‘Berdysz’ jest odmianą wczesną, a ‘Zuch’ średniopóźną. Odmiana ‘Forage Plus’ jest odmianą późną (Contreras-Govea i Albrecht 2006, Coblentz i in. 2011). W doświadczeniach rejestrowych ocena wczesności wykonywana jest jednak na roślinach uprawianych na ziarno z siewu wiosennego. W badaniach własnych siew owsa uprawianego na zielonkę wykonywano w drugiej lata, przy wyraźnie skracającym się dniu, obniżających się temperaturach i przeważnie systematycznie zmniejszających się sumach opadów deszczu. Wyraźne różnice we wczesności odmian stwierdzono przy stosowaniu najwcześniejszego terminu siewu tj. 01.08. W kolejnych terminach siewu różnice te były coraz mniejsze. Potwierdzono, że także w polskich warunkach odmiana ‘Forage Plus’ była wyraźnie późniejsza niż obie odmiany pochodzące z hodowli krajowej. Odmiana ta jest także późniejsza w porównaniu z innymi odmianami amerykańskimi (Contreras-Govea i Albrecht 2006, Coblentz i in. 2011). W opisywanych warunkach odmiana ‘Zuch’

rozwijała się wcześniej niż 'Berdysz', a więc odwrotnie niż wynika to z charakterystyki tych odmian przy ich uprawie na ziarno.

W porównaniu do innych badań prowadzonych w podobnych warunkach plony owsa wysiewanego w pierwszej połowie sierpnia były niższe od plonów słonecznika i rzodkwi oleistej, ale podobne jak facelii i grochu siewnego (Skinder i in. 2007, Wilczewski i in. 2006). Były jednak wyższe od plonów seradeli i łubinu żółtego (Skinder i in. 2007). Trudniej porównać uzyskane w badaniach własnych plony owsa do plonów facelii, bo w niektórych badaniach facelia plonowała na poziomie 3-4 t·ha⁻¹ (Wilczewski 2004, Zaniewicz-Bijakowska i in. 2013), a w innych na poziomie 2 t·ha⁻¹ (Wilczewski i in. 2006). Owies uprawiany na zielonkę z siewu wiosennego plonuje na poziomie 6.8-7.8 t·ha⁻¹ (Jelinowska 1983). W innych badaniach, kiedy owies uprawiano także z siewu wiosennego, ale jako roślinę ochronną dla lucerny, to w różnych latach uzyskano plon od 6.1 do 10.5 t·ha⁻¹ (Micek i in. 2003).

Zgodnie z literaturą dotyczącą roślin uprawianych w międzyplonach ścierniskowych (Gonet 1990, Jelinowska i in. 1972) oczekiwano, że także plony suchej masy odmian owsa będą systematycznie zmniejszały się w kolejnych terminach siewu. Jednak plony zebrane z roślin wysianych 1 i 15 sierpnia nie różniły się istotnie, mimo że były w różnych fazach rozwojowych. Dopiero przy siewie przeprowadzonym 1.09. uzyskano plony aż o 60% niższe w porównaniu do terminów wcześniejszych. Plony z odmiany 'Forage Plus' były istotnie niższe niż z obu polskich odmian, ale jednoznacznie było to związane z tym, że rośliny rozwijały się wolniej i były niższe. W doświadczeniach amerykańskich opóźnienie terminu siewu owsa z 2 na 16 sierpnia spowodowało spadek plonu o 12%, a opóźnienie do 30 sierpnia o 67% (Albrecht i in. 2012).

Uzyskane wyniki dowodzą, że z wczesnością odmiany związany był także stopień porażenia liści przez rdzę koronową. Liście odmiany 'Zuch', która rozwijała się szybciej niż odmiana 'Berdysz', były także w większym stopniu (o około 10 punktów procentowych) zainfekowane przez *P. coronata*. Minimalne porażenie odmiany 'Forage Plus' mogło też wynikać z naturalnej odporności na obecne w Polsce genotypy *P. coronata*. W ostatnim roku badań obserwowano już jednak nieco większe porażenie (8% powierzchni blaszek liściowych było pokryte zarodnikami) niż w pierwszym i drugim roku (średnio 2%), co świadczyłoby o postępującej wzajemnej adaptacji żywiciela i patogena. Obecnie jednym z ważnych kierunków w hodowli owsa jest uzyskanie form odpornych na *P. coronata* (Śmiałowski 2006). W świetle

uzyskanych wyników uzasadnione wydaje się włączenie odmiany 'Forage Plus' do polskich programów hodowlanych.

Badania potwierdziły hipotezę, że przy późniejszych siewach *P. coronata* nie przechodzi pełnego cyklu rozwojowego. Liście roślin z siewu wykonanego w połowie sierpnia były w niewielkim tylko stopniu porażone przez rdzę koronową. Jednocześnie siew w tym terminie pozwolił uzyskać plony, które poziomem nie odbiegały od plonów zebranych z roślin wysianych dwa tygodnie wcześniej. Zatem na podstawie uzyskanych wyników należy stwierdzić, że dalsze opóźnianie siewu owsa nie ma uzasadnienia, bo nie miało to wpływu na stan zdrowotny roślin, a plon suchej masy gwałtownie się obniżał.

Wraz z opóźnianiem terminu siewu owsa w plonie suchej masie stwierdzano rosnący poziom białka ogólnego. Szczególnie dużą różnicę odnotowano wtedy, gdy siew wykonano 15.08. i 01.09. Według badań prowadzonych w Turcji (Aydin i in. 2010) zawartość białka w zielonce owsa wynosiła tam od 92 do 104 g·kg⁻¹ s.m., ale rośliny zbierano w później dojrzałości mleczonej ziarna. Jelinowska (1983) podaje za innymi autorami, że rośliny owsa w fazie strzelania w źdźbło zawierały od 24.9 do 27.4%, a w początkowej fazie wiechowania od 17.0 do 20.6% białka ogólnego. W badaniach własnych w czasie zbioru rośliny z ostatniego terminu siewu były w fazie krzewienia, a we wczesnych fazach rozwojowych rośliny na ogół kumulują azot w formie azotanów (Murawska i in. 2015). W badaniach własnych oznaczano zawartość azotu ogółem i przeliczano na białko stosując współczynnik 6.25. Można zatem założyć, że podobnie jak w innych badaniach (Murawska i in. 2015) rośliny z siewu wykonanego 1 września kumulowały znaczne ilości azotanów. Mimo, że odmiany różniły się stopniem zaawansowania rozwoju to nie stwierdzono różnicy w zawartości białka pomiędzy odmianami. Należałoby oczekiwać, że przynajmniej w roślinach wysiewanych najwcześniej, czyli 01.08, zawartość białka w plonie suchej masy odmiany 'Forage Plus' powinna być większa niż w plonie odmiany 'Berdysz' i 'Zuch', ale założenie to nie potwierdziło się w żadnym roku. Według dostępnej literatury (Contreras-Govea i Albrecht, 2006) odmiana 'Forage Plus' uprawiana w północnej części Stanów Zjednoczonych zawierała średnio 177 g·kg⁻¹ białka ogólnego, podczas gdy w innych odmianach poziom ten wynosił 141 i 155 g·kg⁻¹. Według Contreras-Govea i Albrechta (2006) odmiana 'Forage Plus' jest obficie ulistniona niż odmiany typu ziarnowego, co przekłada się na wyższą zawartość białka w całych roślinach.

W plonach owsa uzyskanych z kolejnych terminów siewu stwierdzano istotne obniżanie się neutralnej frakcji włókna (488.8, 404.2, 367.7 g·kg⁻¹ s.m.), co wyraźnie było związane z fazami rozwojowymi roślin. Zielonka odmiany 'Forage Plus' z pierwszego terminu siewu zawierała istotnie mniej neutralnej frakcji włókna niż zielonka z obu pozostałych odmian, z drugiego terminu siewu istotnie mniej niż z odmiany 'Berdysz', a w zielonce z trzeciego terminu siewu nie było już różnicy między odmianami. Podobną tendencję opisał Coblenz i in. (2012) konkludując, że jakościowe właściwości odmiany 'Forage Plus' ujawniają się jeśli termin siewu jest dostatecznie wczesny. Z badań innych autorów (Aydin i in. 2010) wynika że, kiedy owies zbierany był w fazie późnej dojrzałości mleczej to zawartość NDF wynosiła od 598 do 615, a ADF od 375 do 385 g·kg⁻¹ s.m.

Zawartość kwaśnej frakcji włókna, uznawanej za niestrawną, była stosunkowo niska, bo nigdy nie osiągnęła poziomu 300 g·kg⁻¹ s.m. Podobnie jak zawartość NDF także zawartość ADF zmniejszyła się istotnie przy opóźnieniu terminu siewu z 01.08. na 15.08. Micek i in. (2003) podają, że owies w fazie kłoszenia zawierał 110 g·kg⁻¹ białka ogółem, 667 g·kg⁻¹ NDF i 395 g·kg⁻¹ ADF. W badaniach własnych nie stwierdzono zasadniczych różnic między odmianami w zakresie zawartości ADF. Podobne wyniki uzyskali Contreras-Govea i Albrecht (2006), ale wg innych amerykańskich autorów (Coblenz i in. 2012) pasza z odmiany 'Forage Plus' zawierała zawsze znacząco mniej ADF niż pasza z odmian typu ziarnowego.

Odmiany owsa różniły się istotnie pod względem strawności paszy *in vitro*. Mimo, że średnio różnica w strawności *in vitro* zielonki z odmiany 'Forage Plus' była tylko o 2 punkty procentowe większa niż z zielonki obu pozostałych odmian to została ona potwierdzona statystycznie, co było konsekwencją wysokiej powtarzalności tej właściwości. Należy dodatkowo zaznaczyć, że wynikało to z najwyższej w porównaniu do pozostałych odmian strawności paszy odmiany 'Forage Plus' pochodzącej z pierwszego terminu siewu. Średnio strawność paszy z pierwszego terminu siewu była istotnie niższa w porównaniu z paszą z późniejszych terminów siewu, co pokrywało się wyraźnie z malejącym poziomem zawartości obu frakcji włókna. Generalnie jednak poziom strawności uzyskanej paszy był wysoki, bo średnio dla odmian wynosił 88%. W podobnych badaniach prowadzonych w Wisconsin uzyskano paszę o strawności *in vitro* od 69.8 do 78.5%, zależnie od odmiany, przy czym najwyższą strawnością także charakteryzowała się zielonka z odmiany 'Forage Plus' (Contreras-Govea i Albrecht, 2006).

Odmiana 'Forage Plus' to odmiana hodowana w kierunku użytkowania zielonkowego, co znalazło odzwierciedlenie w wynikach badań amerykańskich (Coblentz i in. 2011, Coblentz i in. 2012, Contreras-Govea i Albrecht, 2006). Na podstawie uzyskanych z badań własnych danych należy stwierdzić, że w Polsce odmiana w typie 'Forage Plus' może być uprawiana na paszę jeśli będzie wysiana nie później niż na początku sierpnia. Tylko wtedy daje plony porównywalne z polskimi odmianami, ale pasza zawiera mniej NDF, a rośliny nie są lub tylko w minimalnym stopniu są porażone przez rdzę koronową.

Wyniki badań z lat 2011-2014 dowodzą, że polskie odmiany owsa mogą być uprawiane w międzyplonie ścierniskowym, ale termin siewu nie może być wcześniejszy jak w połowa sierpnia. Wcześniejszy siew nie daje gwarancji uzyskania wyższych plonów, a sprzyja silnemu porażeniu roślin przez rdzę koronową. Ponadto zielonka z owsa wysianego na początku sierpnia charakteryzowała się wysoką zawartością włókna, w tym zwłaszcza jego frakcji neutralnej, a niższą strawnością paszy niż zielonka z owsa wysianego w połowie sierpnia. Nie powinno się też opóźniać siewu owsa do początku września. Uzyskuje się co prawda wtedy paszę o dobrych parametrach jakościowych (wątpliwa jest jedynie jakość białka ogólnego), rośliny nie są porażone rdzą, ale plon suchej masy jest 2.5-krotnie niższy niż z siewów wcześniejszych. Można jednak takie zasiewy przeznaczyć do wypasania zwierząt. Warunkiem jest jednak dodanie innej paszy o wysokiej zawartości włókna (Bargo i in. 2001).

Uzyskane wyniki nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, która spośród polskich odmian bardziej nadaje się do uprawy w międzyplonie ścierniskowym. Na korzyść odmiany 'Berdysz' przemawiała nieco mniejsza podatność na porażenie rdzą koronową, ale jeśli wskazanym terminem siewu jest połowa sierpnia to właściwość ta nie ma szczególnego znaczenia.

Terminy siewu roślin przeznaczonych do mulczowania gleby były opóźnione w stosunku do terminów siewu owsa przeznaczonego na paszę. Wynikało to z faktu, że gorczyca biała jako roślina dnia długiego powinna być wg zaleceń wysiewana nie wcześniej niż połowie sierpnia, bo wtedy intensywnie rozwija masę wegetatywną potrzebną do pokrycia gleby w okresie zimowym (Wałkowski, 1997). Z praktyki wiadomo (obserwacje własne), że rolnicy często sieją gorczycę znacznie później, nawet do końca września, bo to warunkuje otrzymanie dopłat z programu rolnośrodowiskowego (ARiMR, 2015). Plony z tak późnych terminów są jednak minimalne (obserwacje własne) i chociaż spełniają kryteria

formalne, to pokrycie gleby uzyskany w ten sposób mulczem jest symboliczne. Z tego względu zdecydowano, że w badaniach własnych ostatnim terminem siewu będzie połowa września.

Przy stosowaniu najwcześniejszego terminu siewu (15.08) gorczyca zakwitła, a rośliny były wyższe o 15-20 cm niż rośliny owsa. W kolejnych terminach różnice w wysokości były już mniejsze. Miało to wyraźny związek z plonami suchej masy. Plony gorczycy z pierwszego terminu były istotnie wyższe niż plony owsa, a w kolejnych terminach plony były generalnie niższe i nie stwierdzano już różnicy między gatunkami. Średnio zatem o niższych plonach owsa zdecydowały plony z pierwszego terminu siewu. Zaobserwowano także, że na poletkach, gdzie uprawiano międzyplony wysiewane 15.08. wyrosnięte rośliny obu gatunków zatrzymywały więcej śniegu i utrzymywał się on tam najdłużej. Dokumentacja fotograficzna wskazuje, że owies wysiany w połowie sierpnia i na początku września dokładniej pokrywał glebę niż wysiana w tych terminach gorczyca biała. Plony suchej masy z najpóźniejszego terminu siewu były bardzo niskie, trudne do zebrania. W związku z tym pokrycie gleby roślinami było także niewielkie.

Plony ziarna jęczmienia jarego uprawianego po mulczu z gorczycy były o $340 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższe niż po mulczu z owsa, ale nie była to różnica statystycznie istotna. W badaniach prowadzonych przez Gawędę i Kwiatkowskiego (2013), którzy uprawiali jęczmień jary po gorczycy w międzyplonie ścierniskowym, uzyskano także przyrost plonu ziarna o $360 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, ale po mieszance ze strączkowych przyrost wynosił $530 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast po facelii plon ziarna był taki jak w stanowisku bez międzyplonu. Kwiatkowski (2006) uzyskał przyrost plonu jęczmienia po międzyplonie z gorczycy i roślin strączkowych, ale nie uzyskał po międzyplonie z życicy westerwoldzkiej. Przyrost plonu ziarna w tych badaniach był rezultatem zwiększenia obsady roślin, długości kłosa i masy 1000 ziarniaków. W doświadczeniach prowadzonych przez Duer (1996) uzyskano przyrost plonu ziarna jęczmienia kiedy masę międzyplonów z roślin kapustowatych i strączkowych przyorano jesienią, a nie uzyskano kiedy mulcz z tych roślin przyorano bezpośrednio przed siewem jęczmienia.

W badaniach własnych zebrano porównywalne plony ziarna jęczmienia po mulczu sianym 15.08 i 15.09, a istotnie niższe po mulczu wysiewanym 01.09. Zależność ta powtórzyła się w 2012 i 2013 roku i była związana ze zróżnicowaną obsadą roślin jęczmienia. Obsada roślin jęczmienia była najniższa wtedy, gdy siew międzyplonów przeprowadzono na początku września. Niektórzy uważają się, że uprawa

międzyplonów powoduje wyczerpanie zasobów wody glebowej i w rezultacie plony roślin następczych są niższe (Duer 1996, Majchrzak 2008). W opisywanych badaniach rośliny siane 15.08. zatrzymywały śnieg i prawdopodobnie dlatego bilans wody pozostał bez zmian. Z kolei rośliny wysiane 15.09 były tak małe, że ich uprawa nie mogła mieć wpływu na zmiany uwilgotnienia gleby. Z roślin wysianych 01.09 uzyskano w 2012 i 2013 roku plon suchej masy o połowę mniejszy niż z siewu 15.08, a rośliny nie zatrzymywały śniegu, bo były zbyt niskie.

Z przeprowadzonych badań wynika, że owies może zastąpić gorczycę, ale przede wszystkim wtedy, gdy termin siewu przypada w połowie sierpnia. Wtedy plon masy nadziemnej na poziomie około 2 t·ha⁻¹ gwarantował dokładne okrycie gleby w okresie zimowym. Przy braku nawożenia azotem mineralnym rośliny owsa z tego terminu siewu skumulowały w masie nadziemnej około 40 kg·ha⁻¹. Pobranie azotu przez gorczycę niezależnie od terminu siewu było jednak o ok. 15 kg·ha⁻¹ wyższe niż pobranie przez owies. Wynikało to przede wszystkim z wyższych plonów suchej masy gorczycy jak również niewielkiej tendencji do większej procentowej zawartości tego składnika w tkankach gorczycy. W badaniach Wilczewskiego (2004) akumulacja azotu w masie nadziemnej gorczycy białej wynosiła 130 kg·ha⁻¹, ale stosowano tam nawożenie gnojowicą lub azotem w dawce 80 kg·ha⁻¹.

Należy zauważyć, że plony suchej masy odmiany 'Berdysz' wysiewanej 15 sierpnia wynosiły w doświadczeniu I (odmianowym) 3.03 t·ha⁻¹, a w doświadczeniu II (porównawczym z gorczycą) 1.92 t·ha⁻¹. Przy siewie wykonanym 1 września plony wynosiły odpowiednio 1.14 t·ha⁻¹ i 0.98 t·ha⁻¹. Wyższe plony zebrane z pierwszego doświadczenia wynikały z tego, że stosowano tam przedsięwzięcie azot mineralny w dawce 50 kg·ha⁻¹.

Ważnym problemem w uprawie międzyplonów jest koszt materiału siewnego, który w przypadku owsa jest znacznie wyższy niż gorczycy. Należy jednak pamiętać, że w zmianowaniach z dużym udziałem rzepaku, który kumuluje te same patogeny co gorczyca to poniesienie takiego kosztu znajduje uzasadnienie. Pewnym rozwiązaniem mogłoby być uprawa owsa w mieszance z innym gatunkiem o drobnych nasionach. Musiałby to być jednak gatunek spoza rodziny kapustowatych, ale o drobnych nasionach, którego materiał siewny jest relatywnie tani. Wymaganiom tym odpowiada na przykład seradela, zwłaszcza, że jak wykazali Zaniewicz-Bijakowska i in. (2013) gatunek ten reagował mniejszym spadkiem plonu na opóźniający się termin siewu niż facelia, amarantus, słonecznik i bobik. Dobrym komponentem wydaje

się także wyka siewna lub kosmata (Clark, 2007). W świetle najnowszych badań Wilczewskiego i Skindera (2015) oraz Wilczewskiego i in. (2015) odpowiednim gatunkiem może być także groch, a zwłaszcza jego pastewne odmiany. Obiecujące mogłyby być także mieszanki owsa z niektórymi odmianami grochu pastewnego, który dodatkowo ma drobniejsze nasiona niż odmiany ogólnoużytkowe. Według Małeckiej i in. (2004) międzyplon ścierniskowy mieszanki owsa z grochem wykazał większy potencjał produkcji biomasy w porównaniu do gorczycy białej i facelii błękitnej. Ponadto mieszanka owsa z grochem plonowała na wyższym poziomie w uproszczonych systemach uprawy roli niż w uprawie płużnej, co przy uprawie międzyplonów jest bardzo istotne. Według Rondahl'a i in. (2007) kiszonka z mieszanki owsa z grochem może być rekomendowana w żywieniu wysokowydajnego bydła mlecznego.

W Polsce prowadzone są obecnie badania nad owsem ozimym, którego potencjał plonowania jest wyższy niż owsa jarego (Łapiński 2016). Należy przypuszczać, że odmiany ozime będą mogły być także z powodzeniem uprawiane nie tylko w międzyplonach ścierniskowych, ale także ozimych.

7. WNIOSKI

1. Owies wysiewany na początku sierpnia i zbierany około 20 października osiągał maksymalnie końcową fazę kłoszenia. Owies wysiewany w połowie sierpnia osiągał w tym czasie końcowy etap fazy strzelania w źdźbło, na początku września - końcową fazę krzewienia, a w połowie września – początkową fazę krzewienia.
2. Polskie odmiany owsa ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ wysiewane na początku sierpnia były bardzo silnie zainfekowane przez rdzę koronową. Na roślinach z siewów późniejszych objawy porażenia były niewielkie lub nie występowały w ogóle.
3. Średnie plony suchej masy owsa z siewu przeprowadzonego na początku i w połowie sierpnia były zbliżone, ale opóźnienie siewu do początku września spowodowało spadek plonów o 60%.
4. Plony suchej masy z amerykańskiej odmiany ‘Forage Plus’ były niższe od plonów obu polskich odmian, ale rośliny tej odmiany nie były porażone przez rdzę koronową. Zielonka z roślin tej odmiany zawierała też mniej neutralnej frakcji włókna i cechowała się wyższą strawnością *in vitro* niż zielonka z obu polskich odmian. Nie różniła się natomiast od polskich odmian pod względem zawartości białka ogólnego i kwaśnej frakcji włókna.
5. Późna odmiana ‘Forage Plus’ mogłaby być uprawiana w Polsce na cele paszowe, ale pod warunkiem wczesnego siewu tj. na początku sierpnia, bo uzyskane wtedy plony były porównywalne do plonów odmian ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ wysiewanych w połowie sierpnia.
6. Odmiany ‘Berdysz’ i ‘Zuch’ mogą być uprawiane w międzyplonach na cele paszowe, ale jedynie z siewu przeprowadzonego w połowie sierpnia. Wcześniejsze siewy narażone są na infekcję *P. coronata*, a późniejsze dają zbyt niskie plony.
7. Z siewów wykonanych w połowie sierpnia uzyskiwano wyższe plony z gorczycy białej niż z owsa siewnego. Siew wykonany o 2 i 4 tygodnie później pociągał za sobą znaczące spadki plonów, a oba gatunki pod względem plonowania nie różniły się wtedy istotnie.
8. Najwyższe plony jęczmienia jarego zebrano po mulczu z pierwszego (15.08) i ostatniego (15.09) terminu siewu, czyli wtedy gdy gorczyca i owies były w najbardziej i najmniej zaawansowanych fazach rozwoju. Rodzaj mulczu nie miał wpływu na plonowanie jęczmienia jarego.

9. Owies może być uprawiany z przeznaczeniem na mulcz, ale wskazanym terminem jego siewu jest połowa sierpnia, bo wtedy uzyskiwano zadowalający plon suchej masy, pobranie azotu z gleby na poziomie $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i jednocześnie korzystny wpływ na plon ziarna jęczmienia jarego.
10. Rośliny owsa, ale także gorzycy białej, wysiane w połowie września osiągały jedynie początkowe fazy rozwojowe i w związku z tym nie mogły skutecznie pełnić okrywającej funkcji mulczu w okresie pozawegetacyjnym.

LITERATURA

- [1] Adamiak J., Adamiak E., Zawislak K. 1994. Reakcja pszenicy ozimej na udział zbóż w płodozmianie i dobór przedplonów. *Fragm. Agron.* 1(41), 82–88.
- [2] Albrecht K., Andrzejewska J., Contreras-Govea F. 2012. Forage production and unique quality characteristics of autumn-grown oat in northern environments. W: *Grassland – a European Resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*, Lublin, Poland 3-7 June 2012, 329-331.
- [3] Andrzejewska J. 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Post. Nauk Roln.* 1, 19–31.
- [4] ARiMR 2015. www.arimr.gov.pl/fileadmin/pliki/PB_2014_-2020/PRSK/prsk_pakiet2.pdf
- [5] Aydin N., Mut Z., Mut H., Ayan I. 2010. Effect of Autumn and Spring Sowing Dates on Hay yield and Quality of Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes. *J. Anim. Veter. Adv.* 9(10), 1539–1545.
- [6] Bargo F., Rearte D. H., Santini F. J., Muller L. D. Ruminant Digestion by Dairy Cows Grazing Winter Oats Pasture Supplemented with Different Levels and Sources of Protein. *J. Dairy Sci.* 84, 2260–2272.
- [7] Blecharczyk A., Małecka I., Piechota T., Sawińska Z. 2005. Efekt nawożenia jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1), 25–32.
- [8] Błazewicz-Woźniak M. 2005. Effect of no-tillage and mulching with cover crops on yield of parsley. *Folia Hort.* 17(2), 3–10.
- [9] Błazewicz-Woźniak M., Konopiński M. 2009. The influence of intercrop plants and the date of their ploughing-in on weed infestation of root chicory (*Cichorium intybus* L.) var. *sativum* (Bisch.) Janch. *Acta Agrobotanica* 62(1), 137–146.
- [10] Borowiec F., Furgal K., Kaminski J., Zajac T. 1998. Nutritive value of silage made of whole barley crop harvested at various stages of maturity. *J. Animal & Feed Sci.* 7(1), 45-54.
- [11] Calabro` S., Cutrignelli M. I., Bovera F., Piccolo G., Infascelli F. 2005. *In vitro* fermentation kinetics of carbohydrate fractions of fresh forage, silage and hay of *Avena sativa*. *J. Sci. Food Agric.* 85, 1838–1844.
- [12] Clark A. (red). 2007. Managing Cover Crops Profitably. Sustainable Agriculture Network, Beltsille, MD, USA. pp. 244.
- [13] COBORU 2013. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. Owies. Słupia Wielka.
- [14] COBORU 2015. Krajowy rejestr. http://www.coboru.pl/Polska/Rejestr/gat_w_rej.aspx
- [15] Coblenz, W.K., Bertram M.G., Martin N.P. 2011. Planting date effects on fall forage production of oat cultivars in Wisconsin. *Agron. J.* 103, 145–155.

- [16] Coblenz W.K., Bertram M.G., Martin N.P., Berzaghi P. 2012. Planting Date Effects on the Nutritive Value of Fall-Grown Oat Cultivars. *Agronomy J.* 104(2), 312–323.
- [17] Contreras-Govea F.E., Albrecht K.A. 2006. Forage Production and Nutritive Value of Oat in Autumn and Early Summer. *Crop Sci.* 46, 2382–2386.
- [18] Cosentino S. L., Gresta F., Testa G. 2013. Forage chain arrangement for sustainable livestock systems in a Mediterranean area. *Grass & Forage Science*, 69, 625–634.
- [19] Czajowski G., Karska K., Strzembicka A. 2013. Charakterystyka genotypów owsa pod względem odporności na rdzę koronową *Puccinia coronata* i mączniaka prawdziwego *Blumeria graminis* f. sp. *avenae*. *Biuletyn IHAR* 270, 33–42.
- [20] Dhima K. V., Vasilakoglou I. B., Keco R. Xh., Dima A. K., Paschalidis K. A., Gatsis T. D. 2013. Forage yield and competition indices of faba bean intercropped with oat. *Grass & Forage Science*, 69, 376–383.
- [21] Dubis B., Budzyński W. 2003. Reakcje owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. *Biul. IHAR* 229, 139–146.
- [22] Duer I. 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.* 13(1): 28–43.
- [23] Duer I. 2007. Programy rolnośrodowiskowe instrumentem ochrony zasobów środowiska we Wspólnej Polityce Rolnej Unii Europejskiej. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 7, 33–53.
- [24] Gawęda D., Kwiatkowski C.A. 2013. Plonowanie jęczmienia jarego uprawianego w krótkotrwałej monokulturze w zależności od międzyplonu i sposobu odchwaszczania. *Fragm. Agron.* 30(1), 27–35.
- [25] Goering H.K., Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analyses: Apparatus, reagents, procedures, and some applications. *USDA Agricultural Handbook* 379, Government Printing Office, Washington, D.C.
- [26] Gonet Z. 1990. Porównanie agroekologicznych warunków uprawy poplonów ścierniskowych w ostatnim 20-leciu. *Mat. Sem. Nauk. Międzyplony we współczesnym rolnictwie*, AR Szczecin, 45–53.
- [27] Graichen F. A. S., Martinelli J. A., Federizzi L. C., Pacheco M. T., Soares Chaves M., de Lima Wesp C. 2010. Inheritance of resistance to oat crown rust in recombinant inbred lines. *Sci. Agric.* 67, 435–440.
- [28] Gunsaulis J. L., Coblenz W. K., Ogden R. K., Bacon R. K., Coffey K. P., Hubbell III D. S., Skinner J. V. Jr, Akins M. S., Caldwell J. D., Lusby K. S., Gunter S. A. 2008. Fall Growth Potential of Cereal Grain Forages in Northern Arkansas. *Agron. J.* 100, 1112–1123.
- [29] GUS 2014. www.stat.gov.pl 2014.
- [30] Harasimowicz-Hermann G., Hermann J. 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 512, 147–155.

- [31] Jabłońska-Ceglarek R., Franczuk J., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Kosterna E. 2006. Wpływ sposobów mulczowania gleby i rodzaju mulczu na plonowanie kapusty głowiastej 'Masada F1'. *Acta Agroph.* 7(4), 885–894.
- [32] Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R. 2003. Wpływ następczy przedplonowych nawozów zielonych na plonowanie oraz zawartość suchej masy i cukrów w buraku ćwikłowym. *Acta Sci. Pol., Hort. Cultus* 2(1), 21–30.
- [33] Jaskulska I., Gałęzewski L. 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agron.* 26(3), 48–57.
- [34] Jaskulski D., Tomalak S., Rudnicki F., 2000. Regeneracja stanowiska po pszenicy ozimej dla jęczmienia jarego przez rośliny międzyplonu ścierniskowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 470, 49–57.
- [35] Jelinowska A. 1983. Inne pastewne rośliny jednoroczne. W: *Polowa produkcja pasz* (red. Jelinowska A.). PWRiL, Warszawa, 195–205.
- [36] Jelinowska A., Jelinowski S., Sypniewski J. 1972. Uprawa i użytkowanie poplonów. PWRiL, Warszawa.
- [37] Kaspar T.C., Radke J.K., Lafl en J.M. 2001. Small grain cover crops and wheel traffic effects on infiltration, runoff, and erosion. *J. Soil Water Conserv.* 56, 160–164.
- [38] Keles G., Ates S., Coskun B., Alatas M.S., Isik S. 2016. Forage yields and feeding value of small grain winter cereals for lambs. *J. Sci. Food Agric.* (w druku). DOI 10.1002/jsfa.7619
- [39] Konopiński M. 2004. Wpływ mulczowania gleby i siewu bezpośredniego na wschody i plonowanie skorzonery odmiany 'Lange Jan'. *Rocz. AR Pozn. CCCLVI, Ogrodn.* 37, 103–108.
- [40] Kulig B., Szafrński W., Zając T. 2004. Plonowanie międzyplonu w stanowisku po bobiku oraz zawartość węgla organicznego w glebie w zależności od przebiegu pogody. *Acta Agrophys.* 3(2), 307–315.
- [41] Kurowski T.P., Jankowski K. 2003. Wpływ nawożenia na zdrowotność gorczycy białej i sarepskiej. *Rośliny Oleiste XXIV*, 465–476.
- [42] Kuś J., Jończyk K. 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 470, 59–65.
- [43] Kuś J., Smagacz J., Kamińska M. 2000. Regeneracyjne oddziaływanie owsa w warunkach długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 470, 99–106.
- [44] Kwiatkowski C. 2006. Wpływ międzyplonu na wybrane elementy struktury plonu i jakość ziarna jęczmienia jarego uprawianego w czteroletniej monokulturze. *Pam. Puł.* 142, 263–273.
- [45] Lehman R. M., Taheri W.I., Osborne S. L., Buyer J. S., Douds D. D. Jr. 2012. Fall cover cropping can increase arbuscular mycorrhizae in soils supporting intensive agricultural production *Applied Soil Ecology* 61, 300–304.

- [46] Łapiński B. 2016. Aklimatyzacja owsa zimowego w Polsce.
<http://pw.ihar.edu.pl/aktualnosci/aklimatyzacja-owsa-zimowego-w-polsce/#0f>.
- [47] Majchrzak L. 2008. Plonowanie i wartość paszowa międzyplonów ścierniskowych w różnych systemach uprawy roli. *Fragm. Agron.* 25(3), 103-113.
- [48] Małecka I., Bleharczyk A., 2000. Wpływ zmianowania i nawożenia na występowanie chorób podstawy źdźbła w jęczmieniu jarym. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.* 40 (2), 590–593.
- [49] Małecka I., Bleharczyk A., Pudelko J. 2004. Wartość nawozowa międzyplonów ścierniskowych w różnych systemach uprawy roli. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk. Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. Prace z Zakresu Nauk Rolniczych* 97, 41–48.
- [50] Michalski T., Kowalik I., Szulc P. 2015. Wydajność zbóż jarych zbieranych na kiszonkę (GPS) w zależności od terminu zbioru. VI konferencja naukowa PTA. *Badania i innowacje w produkcji roślinnej.* Kraków, 17-19 września 2015, 155.
- [51] Micek P., Zając T., Borowiec F. 2003. Skład chemiczny i wartość pokarmowa zielonki z owsa uprawianego jako roślina ochronna *Biul. IHAR* 229, 349–357.
- [52] Murawska B., Piekut A., Jachymska J., Mitura K., Lipińska K. J. 2015. Ekologiczny i konwencjonalny system gospodarowania a wielkość i jakość plonu wybranych roślin uprawnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich III/1.* PAN, Oddział w Krakowie, 663–675.
- [53] Nowak W. Sowiński, J. 2006. Wpływ przedplonów na biomasę owsa w systemie uprawy tradycyjnej i uproszczonej. *Biuletyn IHAR* 239, 61-71
- [54] Noworolnik K. 2011. Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. *Pol. J. Agr.* 6, 34–37.
- [55] Paczos-Grzęda M.E., Okoń S., Koroluk A., Kowalczyk K. 2014. Ocena odporności na rdzę koronową nowych i historycznych polskich odmian owsa zwyczajnego. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis.* 310(30), 85–92.
- [56] Pastuszka A., Andrzejewska J., Albrecht K.A. 2012. Plon oraz wartość paszowa i przedplonowa owsa uprawianego w międzyplonie ścierniskowym. *Materiały konferencyjne: "Owies i ekologia".* Kraków 8-9 listopada 2012, 8-9.
- [57] Pecio A., Danyte V. 2008. Wpływ warunków pogody na porażenie zbóż jarych patogenami liści i kłosów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (2): 499–503.
- [58] Pyś J., B., Micek P. 1997. Jakość i wartość pokarmowa kiszzonek z owsa. *Biul. Reg. Zakł. Dor. Rol. AR w Krakowie* 314, 71–75.

- [59] Rondahl T., Bertilsson J., Martinsson K. 2007. Mixing whole-crop pea-oat silage and grass-clover silage: positive effects on intake and milk production of dairy cows. *Grass & Forage Science*, 62, 459–469.
- [60] Ross S. M., King J. R., O'Donovan J. T., Spaner D. 2005a. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass & Forage Science*, 60, 74–86.
- [61] Ross S. M., King J. R., O'Donovan J. T., Spaner D. 2005b. The productivity of oats and berseem clover intercrops. II. Effects of cutting date and density of oats on annual forage yield. *Grass & Forage Science*, 60, 87–98.
- [62] Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B., Weber R. 1998. Wpływ przyorywania poplonów ścierniskowych na właściwości chemiczno-biologiczne gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 460, 145–152.
- [63] Šebesta J., Zwatz B., Corazza L., Stojanović S. 1995. Oat Diseases in Europe and the European oat disease nursery. *Petria* 5, 35–49.
- [64] Skinder Z., Lemańczyk G., Wilczewski E. 2007. Value of selected papilionaceous crops grown in stubble intercrop on light soil. Part I. Biomass yield and plant health status. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(1), 23–33.
- [65] Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., 2000. Efekt antymątwikowy i plonowanie gorczycy białej, facelii błękitnej i rzodkwi oleistej uprawianych w plonie głównym. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXI*(1), 285–292.
- [66] Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., 2002. Plonowanie gorczycy białej, rzodkwi oleistej i facelii błękitnej uprawianych w plonie głównym oraz ich wpływ na populację mątwika burakowego. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XXIII*(2), 223–234.
- [67] Śmiałowski T. 2006. Wartość hodowlana rodów owsa badanych w doświadczeniach wstępnych w latach 2002-2004. *Biul. IHAR* 239, 185–191.
- [68] Toboła P., Muśnicki Cz. 1999. Zmienność plonowania jarych roślin oleistych z rodziny krzyżowych. *Rośl. Oleiste – Oilseed Crops XX*(1), 93–100.
- [69] Todd A. G., Spaner D. 2003. Spring Cereals for Forage and Grain Production in a Cool Maritime Climate. *J. Agronomy & Crop Science* 189, 7–13.
- [70] Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.
- [71] Wałkowski T., 1997. *Gorczyce*. Wyd. IHAR Poznań, 5–25.
- [72] Weber R., Hryńczuk B., Kita. 2003. Wpływ sposobu uprawy roli na plonowanie oraz wartość przedplonową owsa i pszenicy jarej dla pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 229, 65–72.

- [73] Wenda-Piesik A., Lemańczyk G., Kotwica K. 2000. Fitosanitarna funkcja owsa i mieszanek z jego udziałem w ogniwie zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 470, 107–118.
- [74] Wilczewski E. 2004. Wpływ sposobu nawożenia na plon biomasy roślin nie motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(1), 139–148.
- [75] Wilczewski E., Lemańczyk G., Skinder Z., Sadowski C. 2006. Effect of nitrogen fertilization on the yielding and health status of selected nonpapilionaceous plant species grown in stubble intercrop. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy, Volume 9, Issue 2. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue2/art-04.html>
- [76] Wilczewski E., Piotrowska-Długosz A., Lemańczyk G., 2015. Properties of Luvisol and spring barley yield as affected by peas as a catch crop. Zemdirbyste-Agriculture, 102(1), 23-30.
- [77] Wilczewski E., Skinder Z. 2015. Yielding reliability of legumes grown as stubble catch crop. Am. J. Exp. Agric., 6(3), 140-146.
- [78] Wilczewski E., Skinder Z., Szczepanek M. 2012. Effects of weather conditions on yield of tansy phacelia and common sunflower grown as stubble catch crop. Pol. J. Environ. Stud., 21(4), 1053-1060.
- [79] Witkowiec R., Pisulewska E., Leszczyńska T., Piątkowska E., Kidacka A. 2015. Podstawowy skład chemiczny oraz aktywność przeciwrodnikowa ziela wybranych genotypów owsa siewnego (*Avena sativa*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4 (101), 176 – 187.
- [80] Woźniak A. 2005. Wpływ wsiewek międzyplonowych i nawożenia organicznego na plon i zachwaszczenie pszenicy jarej uprawianej w monokulturze. Annales UMCS, Sec. E, 60, 33-40.
- [81] Zajac T., Antonkiewicz J. 2006. Zawartość i nagromadzenie makroelementów w biomase międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. Pamiętnik Puławski 142, 595-606.
- [82] Zaniewicz-Bijakowska A., Rosa R., Kosterna E., Franczuk J. 2013. Catch crops for green manure: biomass yield and macroelement content depending on the sowing date. Acta Sci. Pol., Agricultura 12(1), 65-79.

WPŁYW TERMINU SIEWU NA PLON I WARTOŚĆ PASZOWĄ ORAZ PRZEDPLONOWĄ ODMIAN OWSA SIEWNEGO (*Avena sativa* L.) UPRAWIANEGO W MIĘDZYPLONIE ŚCIERNISKOWYM

Streszczenie

Obecnie w międzyplonach ścierniskowych najczęściej uprawianym gatunkiem jest gorczyca biała. Jest ona jednak podatna na te same patogeny co rzepak i dlatego w zmianowaniach z rzepakiem alternatywę mógłby stanowić owies.

Celem badań była ocena poziomu plonowania i jakości paszy ze zróżnicowanych pod względem wczesności i pochodzenia odmian owsa uprawianych w późnoletnim międzyplonie ścierniskowym oraz porównanie wartości przedplonowej mulczu z owsa i gorzycy białej dla jęczmienia jarego. Badania prowadzono w Stacji Badawczej Mochełek, na glebie płowej, w korzystnych warunkach pogodowych. Realizowano dwa doświadczenia.

W doświadczeniu pierwszym (2011-2013) oceniano plonowanie i wartość paszową 3 odmian owsa ['Berdysz' (wczesna, PL), 'Zuch' (średniopóźna, PL), 'Forage Plus' (późna, USA)] w zależności od terminu siewu: 01.08, 15.08 i 01.09. Rośliny zbierano 20 października. Średni plon suchej masy zielonki z kolejnych terminów siewu wynosił: 2.33, 2.42, 0.95 t·ha⁻¹, a z odmian: 'Berdysz' – 2.24, 'Zuch' – 1.95, 'Forage Plus' – 1.52 t·ha⁻¹. Polskie odmiany wysiewane w pierwszym terminie były silnie porażone przez rdzę koronową. Pasza z kolejnych terminów siewu zawierała: 144.5, 183.6 i 278.0 g·kg⁻¹ s.m. białka ogólnego, 488.8, 404.2, 367.7 g·kg⁻¹ s.m. NDF, 247.5, 224.9, 224.0 g·kg⁻¹ s.m. ADF, a strawność *in vitro*: 84.1, 90.8, 89.1%. Pasza uzyskana z odmian różniła się pod względem zawartości NDF: 'Berdysz' – 425.7, 'Zuch' – 426.3, 'Forage Plus' – 408.7 g·kg⁻¹ s.m. oraz odpowiednio strawnością *in vitro*: 87.5, 87.3 i 89.4%. Wyniki dowodzą, że odmiany 'Berdysz' i 'Zuch' mogą być uprawiane w międzyplonach na cele paszowe, ale jedynie z siewu przeprowadzonego w połowie sierpnia. Odmiana 'Forage Plus' może być przydatna do uprawy w Polsce na cele paszowe, ale pod warunkiem jej wysiewu nie później niż na początku sierpnia.

W doświadczeniu drugim (2011-2014) porównywano plony owsa i gorzycy białej wysiewanych 15.08., 01.09. i 15.09. oraz oceniano plon ziarna jęczmienia jarego uprawianego po mulczu z obu gatunków. Średnie plony suchej masy zielonki z kolejnych terminów siewu wynosiły: 2.36, 1.02 i 0.61 t·ha⁻¹. Niezależnie od terminu siewu plon owsa wynosił 1.13, a gorzycy 1.53 t·ha⁻¹. Niezależnie od terminu siewu gorczyca kumulowała w masie nadziemnej o ok. 15 kg·ha⁻¹ azotu ogólnego więcej niż owies. Najwyższe plony jęczmienia jarego zebrano po mulczu z pierwszego (4.27 t·ha⁻¹) i ostatniego terminu siewu

(4.25 t·ha⁻¹), a istotnie niższe z terminu pośredniego (3.75 t·ha⁻¹). Rodzaj mulczu nie miał natomiast wpływu na plonowanie jęczmienia jarego. Owies może być uprawiany z przeznaczeniem na mulcz, ale wskazanym terminem siewu jest połowa sierpnia, bo wtedy uzyskiwano zadowalający plon suchej masy (1.92 t·ha⁻¹), a pobranie azotu przez masę nadziemną wynosiło około 40 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: ADF, gorczyca biała, mulcz, rdza koronowa owsa, NDF, wczesność odmian, zielonka z owsa

THE EFFECT OF SOWING TIME ON YIELD, FEED AND FORECROP VALUE OF OAT (*Avena sativa* L.) CULTIVARS GROWN AS STUBBLE CATCH CROP

Summary

The species most frequently grown as stubble catch crops is white mustard. It is, however, susceptible to the same pathogens as oilseed rape and therefore oat could be an alternative in crop rotations with oilseed rape.

The aim of this study was to assess the yield and feed quality of oat cultivars grown as late summer stubble catch crop differed in earliness and origin, grown in late summer stubble catch crop and comparison of the value of mulch from oat and white mustard for spring barley. The study was carried out at the Experimental Station Mochelek, in Luvisols, under favorable weather conditions. Two experiments were conducted.

The first experiment (2011-2013) assessed the yield and feed value of 3 oat cultivars ['Berdysz' (early, PL), 'Zuch' (semilate, PL), 'Forage Plus' (late, USA)] depending on the sowing date: 01.08, 15.08 and 01.09. Each year plants were harvested on 20 October. The average dry matter yield of green forage from successive sowing date was: 2.33, 2.42, 0.95 t·ha⁻¹, and from cultivars: 'Berdysz' – 2.24, 'Zuch' – 1.95, 'Forage Plus' – 1.52 t · ha⁻¹. Polish cultivars sown at the first time were heavily infested by crown rust. Feed from successive sowing dates contained: 144.5, 183.6 and 278.0 g·kg⁻¹ DM of total protein, 488.8, 404.2, 367.7 g·kg⁻¹ DM of NDF, 247.5, 224.9, 224.0 g·kg⁻¹ DM of ADF, and *in vitro* digestibility: 84.1, 90.8, 89.1%. Feed obtained from the cultivars differed in the content of NDF: 'Berdysz' – 425.7, 'Zuch' – 426.3, 'Forage Plus' – 408.7 g·kg⁻¹ DM and, respectively, in *in vitro* digestibility: 87.5, 87.3 and 89.4%. The results prove that the cultivars 'Berdysz' and 'Zuch' may be grown as catch crops for feeds, but only from sowing carried out in the middle of August. The cultivar 'Forage Plus' may be useful for cultivation in Poland for feed, but on condition of sowing not later than at the beginning of August.

The other experiment (2011-2014) compared the yields of oat and white mustard sown on 15.08, 01.09 and 15.09 and assessed the grain yield of spring barley cultivated after mulch from both species. Average dry matter yields of green forage from successive sowing dates were: 2.36, 1.02 and 0.61 t·ha⁻¹. Irrespective of the sowing date, the yield of oat was 1.13, and of white mustard 1.53 t·ha⁻¹. Irrespective of the sowing date, white mustard accumulated in the aboveground biomass by about 15 kg·ha⁻¹ more of total nitrogen than oat. Highest spring barley yields were harvested after mulch from the first (4.27 t·ha⁻¹) and last sowing date (4.25 t·ha⁻¹), and significantly lower from the intermediate date (3.75 t·ha⁻¹). The type of mulch had no effect on spring barley yield. Oat may be grown for mulch, but the recommended sowing date is the

middle of August, because satisfactory dry matter yield ($1.92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) was obtained at that time, and nitrogen uptake by the aboveground mass was about $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Keywords: ADF, white mustard, mulch, oat crown rust, NDF, earliness of cultivars, oat green forage