

UNIwersytet
Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy



Wydział Rolnictwa
i Biotechnologii



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Krzysztof Kłapa

PLONOWANIE ORAZ JAKOŚĆ ZIARNA
OZIMEJ I JAREJ FORMY PSZENICY
UPRAWIANEJ W STANOWISKU
PO PÓŹNO ZBIERANEJ KUKURYDZY

PROMOTOR

PROF. DR HAB. INŻ. DARIUSZ JASKULSKI

**BYDGOSZCZ
2015**

UNIwersytet
Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy



Wydział Rolnictwa
i Biotechnologii



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Krzysztof Kłapa

PLONOWANIE ORAZ JAKOŚĆ ZIARNA
OZIMEJ I JAREJ FORMY PSZENICY
UPRAWIANEJ W STANOWISKU
PO PÓŹNO ZBIERANEJ KUKURYDZY

PROMOTOR

PROF. DR HAB. INŻ. DARIUSZ JASKULSKI

**BYDGOSZCZ
2015**

Spis treści

1. Wstęp.....	5
2. Przegląd literatury.....	7
3. Metodyka badań.....	18
3.1. Doświadczenie polowe.....	18
3.1.1. Lokalizacja i układ eksperymentu.....	18
3.1.2. Warunki siedliskowe.....	18
3.1.3. Zabiegi agrotechniczne.....	20
3.1.4. Obserwacje, pomiary biometryczne i oznaczenia laboratoryjne.....	21
3.2. Opracowanie wyników.....	23
3.2.1. Efekt produkcyjny.....	23
3.2.2. Wynik ekonomiczny.....	24
4. Omówienie wyników.....	25
4.1. Obsada i ubytki roślin.....	25
4.2. Zachwaszczenie i wyleganie roślin.....	29
4.3. Cechy biometryczne i elementy plonowania.....	32
4.3.1. Długość źdźbła.....	32
4.3.2. Długość kłosa.....	33
4.3.3. Obsada kłosów.....	34
4.3.4. Liczba ziaren w kłosie.....	36
4.3.5. Masa ziarna z kłosa.....	38
4.4. Plon ziarna.....	39
4.5. Cechy jakości ziarna.....	42
4.5.1. Masa tysiąca ziaren.....	42
4.5.2. Gęstość ziarna w stanie zsypanym.....	44
4.5.3. Wyrównanie ziarna.....	46
4.5.4. Zawartość białka ogólnego.....	47
4.5.5. Zawartość glutenu mokrego.....	49
4.5.6. Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego.....	51
4.5.7. Szklistość ziarna.....	52
4.5.8. Liczba opadania.....	54
4.5.9. Zawartość popiołu.....	56
4.5.10. Korelacje pomiędzy plonem a cechami jakości ziarna oraz pomiędzy cechami jakości.....	57
4.6. Rachunek ekonomiczny.....	60
4.6.1. Nadwyżka bezpośrednia uprawy pszenicy ozimej i jarej.....	60
4.6.2. Kalkulacja nadwyżki bezpośredniej uprawy pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych.....	63
5. Dyskusja wyników.....	67
6. Wnioski.....	73
Literatura.....	74
Spis tabel.....	84
Spis rysunków.....	86
Streszczenie.....	88

1. WSTĘP

Przesłanką do podjęcia badań jest potrzeba naukowej weryfikacji występujących w praktyce rolniczej prób siewu zbóż ozimych w późnych jesiennych terminach, jako alternatywa dla uprawy ich form jarych. Zboża jare, a zwłaszcza pszenica, mimo dużej wartości technologicznej ziarna, odznaczają się mniejszym potencjałem plonowania niż ich formy ozime. Plony ziarna pszenicy jarej są zazwyczaj o około 10 – 20%, a nawet 50% mniejsze od plonów formy ozimej. Wynika to między innymi z jej dużych potrzeb wodnych, a jednocześnie często występujących wiosną niedoborów opadów, a nawet okresów posusznych. Zaawansowanie wegetacji jesienią, wczesne wznowienie wegetacji wiosną i możliwość korzystania w większym stopniu z zasobów wody pozimowej czyni plony pszenicy ozimej większymi i bardziej stabilnymi w latach niż pszenicy jarej. W obecnej strukturze zasiewów brakuje jednak korzystnych przedplonów dla pszenicy ozimej. Podejmowane są zatem próby jej uprawy po późno zbieranych przedplonach, jak rośliny okopowe czy kukurydza uprawiana na ziarno, ale pozostawiających przyrodniczo korzystne stanowiska. Atrakcyjność stanowiska po kukurydzy, nawożonej często nawozami naturalnymi lub uprawianej po międzyplonach z wnoszoną do gleby ich biomasą, a także z dużą ilością resztek poźniwnych po zbiorze ziarna, zwiększyła się jeszcze bardziej po zaprzestaniu stosowania triazyn do jej odchwaszczania. Mankamentem jest jednak późny termin zbioru wielu odmian, uniemożliwiający wysiew pszenicy ozimej w terminie optymalnym. Dylematem jest więc decyzja czy po tym przedplonie wysiewać pszenicę ozimą w terminach opóźnionych i późnych, zakładając wzrost ryzyka gorszego zimowania i mniejszego plonowania niż wysiewanej w terminie optymalnym, czy uprawiać formę jarą o lepszej jakości technologicznej uzyskanego ziarna ale o mniejszym potencjale plonowania i większym prawdopodobieństwie niekorzystnego wpływu wiosennych niedoborów wody. Pojawiają się także próby wysiewu w późnych jesiennych terminach, tuż przed końcem okresu wegetacji, odmian pszenicy jarej o większej odporności na niską temperaturę, której pełnia wschodów może występować nawet wczesną wiosną.

Hipoteza i cel badań

Hipoteza robocza badań zakłada, że plon ziarna pszenicy ozimej, choć zmniejszający się wraz z opóźnieniem terminu siewu, w przypadku jej przezimowania będzie większy niż plon pszenicy jarej, a opóźnienie siewu nie wpłynie w dużym stopniu na pogorszenie jakości technologicznej ziarna. Także wynik ekonomiczny, mimo większych nakładów, uprawy pszenicy ozimej będzie korzystniejszy niż jej formy jarej. Wysiew niektórych odmian pszenicy jarej jesienią przed zakończeniem okresu wegetacji jest możliwy i, pod warunkiem przezimowania plantacji, może być sposobem poprawy plonowania w porównaniu z siewem wiosennym przy zachowaniu dobrej jakości ziarna. Jednocześnie w przypadku konieczności przesiewu wiosną plantacji pszenicy zasiewanej bardzo późną jesienią i wynikające z tego faktu kilkudniowe opóźnienie siewu oraz zwiększone koszty materiału siewnego i dodatkowej uprawy roli zmniejszą prawdopodobnie plon ziarna i efekt ekonomiczny, a ziarno może być równie dobrej a nawet lepszej jakości niż ziarno pszenicy wysianej w terminie optymalnym.

Cel badań:

Celem badań była ocena możliwości uprawy ozimej i jarej formy pszenicy w stanowisku po kukurydzy na ziarno, której zbiór uniemożliwia wysiew pszenicy ozimej w terminie optymalnym. Badania obejmowały:

- określenie i porównanie plonów pszenicy ozimej wysiewanej w terminach opóźnionych i późnych oraz pszenicy jarej sianej jesienią i wiosną,
- ocenę jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej i jarej w zależności od terminu siewu,
- porównanie wyniku ekonomicznego uprawy pszenicy przy siewie jesiennym i wiosennym,
- oszacowanie wpływu wiosennego przesiewu plantacji pszenicy (opóźniony termin siewu) na wynik produkcyjny i ekonomiczny.

2. PRZEGLĄD LITERATURY

Udział zbóż w strukturze zasiewów w ostatnich latach w Polsce przekroczył 70%. W ostatnim dziesięcioleciu największy areał zajmuje pszenica ozima – około 2,0 mln ha, a jara 0,3 – 0,5 mln ha [GUS 2013]. Przyczyny takiego stanu można upatrywać w znacznie gorszym plonowaniu pszenicy jarej w porównaniu do formy ozimej oraz w większej stabilności plonowania zbóż ozimych niż jarych. W badaniach przeprowadzonych przez Grabińskiego [2002] różnica ta wynosiła od 0,7 do 1,0 t z ha, a według Fotymy [2003] plon pszenicy ozimej jest o 30 – 40% większy od plonu formy jarej. Weber i Kaus [2007] stwierdzili, że pszenica jara w południowo-zachodniej Polsce, w zależności od odmiany, plonowała o około 0,5 – 2,0 t ha⁻¹ gorzej od pszenicy ozimej. Z badań Kusia i in. [1999] wynika, że różnica plonów form pszenicy zależy m.in. od warunków glebowych. Pszenica ozima uprawiana na glebach kompleksu pszennego bardzo dobrego i dobrego plonowała o około 1,0 tonę ziarna z ha lepiej od formy jarej. Na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego różnica była mniejsza, a na glebie kompleksu żytniego słabego plon pszenicy jarej był nawet większy niż pszenicy ozimej [Górski i in. 1999].

Istotny wpływ na plonowanie i jakość ziarna pszenicy ma genotyp. Rachoń i in. [2011] porównując gatunki pszenicy ozimej – zwyczajną, orkisz i twardą – wykazali różną przydatność ziarna do produkcji pieczywa. Najlepszą przemiałowość i wskaźnik sedymentacji oraz najmniejszą rozplywalność glutenu, liczbę opadania i rozmiękczenie ciasta miało ziarno pszenicy zwyczajnej. Orkisz charakteryzował się ziarnem o dobrej przemiałowości i dużej liczbie opadania, a ziarno pszenicy twardej między innymi wysoką zawartością glutenu. Z kolei badania przeprowadzone przez Kaczyńskiego [1999] dowodzą, że różnice wybranych cech rolniczych i użytkowych odmian pszenicy jarej są zdecydowanie mniejsze niż u odmian ozimych. Różnice w wydajności ziarna u form ozimych wynosiły od 9,0 do 11,6 dt ha⁻¹, tj. od 12% do 16%, a w przypadku form jarych różnica ta rzadko przekraczała 3%. Woźniak i Staniszewski [2007] na podstawie swoich doświadczeń stwierdzili, że ziarno pszenicy jarej charakteryzowało się istotnie większą zawartością białka ogólnego oraz glutenu mokrego w porównaniu do pszenicy ozimej. Ponadto pszenica jara przewyższała ozimą wartością takich cech jakościowych jak: wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego, zawartość popiołu całkowitego i gęstość ziarna. Natomiast Cacak-Pietrzak i in. [2005] udowadniają, że ziarno pszenicy ozimej charakteryzuje się większą masą 1000 ziaren, gęstością w stanie usypowym, celnością i wyrównaniem w porównaniu do odmian jarych.

Nie mniej ważnym, co genotyp, w kształtowaniu plonu i jego jakości są warunki środowiskowe i elementy agrotechniki. Rudnicki [1998] podkreśla, że plony roślin są uwarunkowane genetycznie i wynikają z ich potencjału produkcyjnego, ale także z poziomu zaspokojenia biologicznych potrzeb przez elementy agrotechniki i czynniki środowiskowe. Uwarunkowania te kształtują również jakość plonów. Stanowisko to w odniesieniu do pszenicy potwierdzają

badania przeprowadzone przez wielu autorów [Achremowicz i in. 1995, Budzyński i in. 2004, Ciołek i Makarska 2004, Woźniak 2006b]. Zalewski i Weber [2006] oceniając wielkość i stabilność plonowania pszenicy ozimej wskazują na interakcję genetyczno-środowiskową. Także nowo rejestrowane odmiany pszenicy jarej charakteryzują się wysokim potencjałem plonotwórczym, a jego wykorzystanie zależy od ich odpowiedniego doboru do warunków siedliskowych oraz poziomu intensywności agrotechniki. Kołodziejczyk i in. [2009] wskazują, że badane wówczas odmiany pszenicy jarej różnie reagowały na intensywność technologii uprawy. W największym stopniu zwiększał się plon odmian 'Żura' i 'Nawra', a w najmniejszym odmiany 'Napola'. Jakość ziarna pszenicy wynikająca z właściwości genetycznych odmiany oraz oddziaływania czynników siedliskowych i poziomu agrotechniki przekłada się następnie na wartość technologiczną mąki [Sekutowski i Domeradzki 2006].

Plon i jakość ziarna pszenicy są w dużym stopniu kształtowane przez czynniki siedliskowe, w tym glebę oraz warunki klimatyczne. Według Podolskiej i in. [2005] plony pszenicy ozimej na glebie kompleksów pszennego bardzo dobrego, dobrego i żytniego bardzo dobrego różniły się o $0,5 \text{ t ha}^{-1}$. Na glebie kompleksu żytniego dobrego plon ziarna był natomiast już o $2,9 \text{ t ha}^{-1}$, czyli o 44%, mniejszy niż na kompleksie pszennym bardzo dobrym. Z kolei Dmowski i in. [2008] stwierdzili silną zależność plonu ziarna pszenicy jarej od warunków glebowych. Na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego był on o 7 dt ha^{-1} , a na kompleksie żytnim dobrym o 11 dt ha^{-1} mniejszy niż na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego.

Nie mniejsze znaczenie dla plonowania pszenicy i jakości jej ziarna ma przebieg pogody w okresie wegetacji, a dla formy ozimej także zimą. W klimacie Polski problemy polowej produkcji roślinnej wynikają z występujących w wielu latach niskich temperatur zimą przy braku dostatecznej okrywy śnieżnej oraz z niedoboru opadów, zwłaszcza wiosną. Kołodziej i in. [2007] stwierdzili, że do właściwego przezimowania pszenicy ozimej w dużym stopniu przyczynia się wzrost liczby dni z okrywą śnieżną oraz data ruszenia wegetacji wiosną. Wraz z jego opóźnieniem obserwuje się pogorszenie stanu roślin. Należy jednak pamiętać, że zbyt gruba okrywa śnieżna zalegająca podczas zimy może wywołać wyprzenie roślin ozimych. Dochodzi do tego w sytuacjach, gdy obfite opady śniegu pokrywają niezamarzniętą glebę przez co temperatura roślin bliska 0°C powoduje szybsze oddychanie roślin. W okresie wegetacji szczególnie istotne są ilość i rozkład opadów. Według Stankowskiego i in. [2004] warunki meteorologiczne, a przede wszystkim mała ilość opadów i wysoka temperatura w okresie wegetacji, przyczyniają się do spadku plonu. W roku o takim przebiegu pogody plon ziarna pszenicy ozimej był o około $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ mniejszy w porównaniu z rokiem o korzystnych warunkach opadowo-termicznych.

Optymalny rozkład opadów dla pszenicy jarej uprawianej na glebach kompleksu pszennego dobrego powinien charakteryzować się w okresie od marca do lipca 90 dniami z opadem. W marcu i kwietniu powinno wystąpić 42 mm opadu, w czerwcu 96 mm, a w lipcu 34 mm. Na kompleksie żytnim bardzo

dobrym liczba dni z opadem powinna natomiast wynosić 100. W marcu i kwietniu należy oczekiwać 42 mm, w maju 80 mm, a w czerwcu 100 mm opadu [Dmowski i Dzieżyc 2009]. W badaniach przeprowadzonych przez Dmowskiego i in. [2008] stwierdzono wzrost plonu pszenicy jarej o około 7 dt ha⁻¹ przy liczbie dni z opadem w okresie wegetacyjnym powyżej 58 w stosunku do mniej korzystnych warunków opadowych. Ujemny wpływ opadów na plon ziarna pszenicy jarej stwierdzono natomiast, gdy ich suma w marcu i kwietniu przekroczyła 102 mm. Według badań Rudnickiego i in. [1999] wzrost sumy opadów z 120 mm do 150 mm w okresie od kwietnia do lipca wpłynął na wzrost plonu ziarna o 30,1 – 93,9%. Badania przeprowadzone przez Webera i Hryńczuka [1999] wskazują, że niekorzystny wpływ niedoboru opadów w fazach krzewienia i kwitnienia pszenicy jarej na jej plonowanie wynika z pogorszenia krzewistości produkcyjnej, długości kłosa, liczby ziaren w kłosie oraz masy 1000 ziaren. Według Wilczewskiego i in. [2007] niskie plony zarówno ziarna, jak i słomy pszenicy jarej wynikały z deficytu opadów w fazie krzewienia i strzelania w źdźbło, a ponadto z wysokich temperatur powietrza w maju i czerwcu, co spowodowało skrócenie tych faz.

Warunki klimatyczne wpływają również na parametry technologiczne ziarna pszenicy zarówno jej formy ozimej, jak i jarej [Woźniak i Staniszewski 2007]. Niektóre cechy jakości ziarna pszenicy, jak zawartość popiołu i gęstość ziarna w stanie zsypanym, charakteryzują się wysoką stabilnością niezależnie od przebiegu pogody, natomiast inne podlegają dużej zmienności. Zaliczają się do nich zawartość białka i glutenu oraz wskaźnik sedymentacji Zielonego [Rothkaehl i in. 2004]. Z obserwacji produkcyjnych i badań wynika, że umiarkowanie wilgotne, a przede wszystkim ciepłe lato wpływa na wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie [Podolska i Sułek 2002, Małecka i Bleharczyk 2004]. Wilgotne i chłodne warunki atmosferyczne przyczyniają się natomiast do porastania ziarna, co powoduje zmniejszenie liczby opadania. Woźniak i Gontarz [2005] stwierdzają, iż suchy a zarazem ciepły okres wegetacyjny wpływa nie tylko na wzrost zawartości glutenu, ale także przyczynia się do zwiększenia wartości wskaźnika sedymentacji Zielony'ego. Zdaniem Sułek i in. [2007] na zawartość białka i glutenu w ziarnie wpływają korzystnie mała ilość opadów, wysoka temperatura oraz duże nasłonecznienie. Duża wilgotność i niska temperatura podczas wegetacji obniżają zawartość białka i przyczyniają się do porastania ziarna, korzystnie wpływają natomiast na cechy fizyczne. Według Kołodziejczyka i in. [2009] w okresie wegetacyjnym o niewielkiej ilości opadów i wysokiej temperaturze powietrza ziarno pszenicy jarej charakteryzuje się większą zawartością białka i gęstością ziarna oraz niższą masą 1000 ziaren. W okresie wegetacyjnym z dużą ilością opadów oraz umiarkowaną temperaturą powietrza ziarno charakteryzuje się najlepszą dorodnością, lecz najniższą zawartością białka. Warunki meteorologiczne wpływają na plony roślin i ich jakość nie tylko bezpośrednio, ale także decydują o efektywności elementów agrotechniki. Na współdziałanie warunków pogodowych, poziomu agrotechniki i rodzaju przedplonu na jakość ziarna pszenicy wskazuje Gontarz [2006].

Rolę poszczególnych elementów agrotechniki i intensywności technologii w kształtowaniu plonów pszenicy podkreśla Rudnicki [1998]. Autor, cytując wyniki licznych badań, wskazuje na zależność plonu ziarna pszenicy zarówno ozimej, jak i jarej od: przedplonu i udziału zbóż w zmianowaniu, uprawy roli, nawożenia, terminu siewu, ochrony roślin. W uproszczeniach uprawy roli i pielęgnacji roślin, niewłaściwym nawożeniu, opóźnieniu terminu siewu, niewykorzystaniu postępu hodowlanego upatruje on podstawowych czynników ograniczających plonowanie. Nie mniej istotny jest wpływ elementów agrotechniki na jakość ziarna [Budzyński 1997]. Oddziaływanie poszczególnych elementów agrotechniki na plon i jego jakość jest na ogół współzależne. Wiele badań nakierowanych jest więc na ocenę plonu ziarna oraz cech jego jakości przy różnej intensywności agrotechniki. Jej efekt zależy często od oddziaływania warunków siedliskowych i reakcji odmiany [Oleksy i in. 2008, Sułek i Podolska 2012].

Uprawa roli jest procesem energo- i czasochłonnym. Według Budzyńskiego i in. [2000] pochłania ona około 10 – 15% nakładów energii ponoszonych w agrotechnice zbóż. W zależności od rodzaju, ilości i kolejności wykonywania uprawek zróżnicowany jest również czas uprawy roli. Czarnocki i in. [2008] wskazują, że na wykonanie podorywki potrzeba $1,18 \text{ h ha}^{-1}$, a na orkę średnio głęboką po podorywce $1,48 \text{ h ha}^{-1}$. Całkowita czasochłonność zabiegów tradycyjnej uprawy roli pod pszenżyto ozime w badaniach tych autorów wyniosła $4,4 \text{ h ha}^{-1}$, a przy siewie bezpośrednim tylko $1,7 \text{ h ha}^{-1}$. Wpływ uprawy roli na plon i jakość ziarna pszenicy jest na ogół wynikiem współzależnego oddziaływania tego elementu agrotechniki oraz warunków glebowych i klimatycznych. W rejonach o małej sumie opadów uproszczenie uprawy płużnej ogranicza straty wody i wpływa korzystnie na plon ziarna pszenicy. Według Vita i in. [2007] we Włoszech przy opadach mniejszych niż 300 mm zastąpienie uprawy płużnej siewem bezpośrednim spowodowało zwiększenie plonu, gęstości ziarna i zawartości w nim białka. W warunkach klimatyczno-glebowych Polski wyniki wielu badań wskazują na lepsze plonowanie różnych form pszenicy w rezultacie uprawy płużnej niż bezpłużnej czy siewu bezpośredniego [Biskupski i in. 2009, Woźniak i Gontarz 2009]. Ten system uprawy roli sprzyja na ogół także lepszej jakości ziarna, co w swoich badaniach stwierdził Woźniak [2009a]. Autor wskazuje, że płużna uprawa roli wpłynęła na zwiększenie zawartości glutenu mokrego i gęstość ziarna pszenicy jarej w porównaniu z systemem bezpłużnym. Z badań Jaskulskiej i in. [2013] wynika natomiast, że w korzystnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych można ograniczyć klasyczną uprawę roli bez negatywnego wpływu na elementy plonowania, plon ziarna i jego jakość. Zastąpienie orki głębokim gruberowaniem nie spowodowało zmniejszenia obsady kłosów, plonu, gęstości ziarna w stanie zsypanym i zawartość białka. Jednocześnie Jaskulski i in. [2013] wykazali, że zastąpienie w agrotechnice zbóż ozimych i jarych płużnej uprawy roli uprawą bezorkową pozwala ograniczyć zużycie oleju napędowego o około 5 – 7 l ha^{-1} . Zmniejszenie nakładów czasu i energii na przygotowanie roli do siewu jest szczególnie ważne w przypadku

późnego terminu zbioru przedplonu i braku możliwości dotrzymania optymalnego terminu siewu roślin.

Pszenica ozima i jara należy do roślin o dużych wymaganiach pokarmowych, szczególnie w okresie intensywnego wzrostu. Dlatego elementem agrotechniki najsilniej wpływającym na plonowanie i jakość ziarna jest nawożenie azotem. Według Brzozowskiej i in. [2008] składnik ten kształtował powierzchnię asymilacyjną, co przełożyło się na plon ziarna pszenicy ozimej. Woźniak [2009b] po zastosowaniu $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ uzyskał plon ziarna pszenicy twardej o 16,3% większy niż przy dawce $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Korzystny wpływ nawożenia azotem na plon ziarna pszenicy jarej stwierdzili natomiast Ralcewicz i Knapowski [2004]. Według Dreslera i in. [2010] plonotwórcze oddziaływanie $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wyniosło ponad $2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ziarna pszenicy jarej. Istotny wpływ nawożenia azotem nie tylko na plon, ale także na jakość technologiczną ziarna pszenicy został stwierdzony przez Jahansona i in. [2001] czy Stankowskiego i in. [2004]. Oddziaływanie azotu na jakość ziarna zależy od sumy i rozkładu opadów w czasie wzrostu pszenicy [Lopez-Bellido i in. 1998]. Przy wyższym nawożeniu azotem wzrasta koncentracja białka i zawartość glutenu mokrego w ziarnie. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Kwiatkowskiego i in. [2006]. Woźniak i Gontarz [2011] po zwiększeniu dawki azotu o $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ uzyskali wzrost zawartości białka w ziarnie o 0,5 punktu procentowego. Ziarno zebrane z obiektów, gdzie zastosowano wyższą dawkę azotu charakteryzowało się większą szklistością (72%) w porównaniu do ziarna z obiektów na których zastosowano niższą dawkę (56,6%). Badania przeprowadzone przez Ercoli i in. [2008] wskazują natomiast, że zwiększenie dawki azotu powoduje wzrost wartości niektórych parametrów jakości ziarna pszenicy, jak szklistość, zawartość glutenu suchego czy wskaźnik sedimentacji SDS. Wysokie dawki azotu jednak nie zawsze wpływają pozytywnie na cechy jakościowe ziarna pszenicy [Nowak i in. 2004]. Ponadto powszechnie stwierdza się ujemną korelację pomiędzy wielkością plonu a zawartością i jakością białka [Wooding i in. 2000]. Efekt plonotwórczy azotu oraz jego wpływ na fizyczne i chemiczne właściwości ziarna zależy od dawki, terminu i sposobu aplikacji [Blankenau i in. 2002, Abad i in. 2004, Ehlert i in. 2004].

Azot, magnez, mikroelementy, ale również inne składniki pokarmowe mogą być pobierane przez liście roślin. Dlatego zabiegi dolistne są ważnym elementem pielęgnacji pszenicy. Badania przeprowadzone przez Brzozowską i in. [2008] jednoznacznie wskazują, że zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w pszenicy ozimej wpływają korzystnie na strukturę plonu. Pozytywny wpływ pielęgnacji pszenicy ozimej na elementy plonowania przekłada się również na wzrost plonu ziarna [Jędruszczak i in. 2004]. Pielęgnacja roślin obejmuje także ich ochronę przed agrofagami. Wielu autorów wskazuje na zachwaszczenie ładu pszenicy jako czynnik ograniczający obsadę kłosów i przyczyniający się do jej wylegania [Grundy i in. 1996, Podolska i Stypuła 2002]. Stosowanie herbicydów ogranicza populację chwastów, co przekłada się na wzrost plonu ziarna pszenicy ozimej oraz jego jakość [Rola i Banach 2001, Chrzanowska-Drożdż i in. 2004].

W badaniach przeprowadzonych przez Sekutowskiego i Domaradzkiego [2006] zastosowanie herbicydu Sekator 6,25 WG w pełnej dawce zadecydowało o uzyskaniu większego plonu pszenicy ozimej. Dąbek-Gad i Bujak [2002] po zastosowaniu herbicydów uzyskali wzrost plonu ziarna pszenicy ozimej o 37,2%. Stosowanie w pszenicy herbicydów z grupy regulatorów wzrostu (2,4-D, MCPA) może wpływać na zwiększanie zawartości białka i glutenu w ziarnie [Klimont i Osińska 2004]. Badania przeprowadzone przez Drzewieckiego i Pietrygę [2004] wskazują z kolei, że środek ograniczający wyleganie Terpal C 460 SL stosowany razem z nawozami dolistnymi spowodował zwiększenie zawartości białka oraz glutenu w ziarnie pszenicy ozimej. Brzozowska i Brzozowski [2002] również potwierdzają korzystny wpływ zabiegów ochrony roślin na cechy jakościowe ziarna pszenicy, a przede wszystkim na zawartość białka i jego skład aminokwasowy. Tego samego zdania jest Urban i in. [2001], choć zabiegi te nie zawsze powodują istotne zmiany ilości i jakości plonu. Wpływ chemicznych środków ochrony roślin na cechy jakościowe ziarna pszenicy nie został udowodniony statystycznie w badaniach przeprowadzonych przez Woźniaka [2003].

Nawożenie azotem oraz zabiegi pielęgnacyjne oprócz bezpośredniego wpływu na wzrost i plonowanie roślin ograniczają również skutki niekorzystnego oddziaływania czynników siedliskowych czy innych elementów agrotechniki, jak niewłaściwy przedplon lub opóźniony terminu siewu. Duży udział zbóż w strukturze zasiewów jest powodem istotnego ograniczenia efektywności czynników plonotwórczych [Budzyński i Krasowicz 2008]. Dla pszenicy nie tylko bezpośredni przedplon jest istotnym elementem różnicującym plon ziarna [Wilczewski i in. 2007], ale również udział zbóż w zmianowaniu i system rolnictwa. Kuś i in. [2007] badając przez 10 lat pszenicę ozimą uprawianą w monokulturze uzyskali plon ziarna o 30% mniejszy w porównaniu do uprawy w systemie integrowanym. Woźniak i in. [2006] odnotowali natomiast redukcję plonu ziarna pszenicy jarej o 24,7 – 32,4%, gdy jej udział w zmianowaniu zwiększono z 25% do 75%. Autorzy stwierdzili także pogorszenie jakości technologicznej ziarna wraz ze wzrostem udziału pszenicy w strukturze zasiewów. Według Woźniaka [2003, 2005] już dwukrotna uprawa pszenicy po sobie zmniejszyła plon o 25,1 – 28,2% w porównaniu do takich przedplonów jak groch siewny i ziemniak. Jednocześnie ziarno pszenicy jarej zawierało istotnie więcej glutenu i białka oraz odznaczało się korzystniejszym wskaźnikiem sedymentacji, gęstością i wyrównaniem ziarna, gdy ta była uprawiana po roślinie strączkowej i ziemniaku. Późniejsze badania [Woźniak 2007] dowodzą, że po przekroczeniu granicy 50% udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu ziarno charakteryzowało się mniejszą zawartością białka ogólnego, glutenu mokrego oraz wartością wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego. Niezależnie od zmianowania kształtowały się natomiast takie cechy jak: gęstość ziarna, jego wyrównanie i liczba opadania. Staniszewski [2008] wykazał związek pomiędzy jakością ziarna pszenicy ozimej i jarej w zakresie udziału białka i glutenu mokrego, wartości wskaźnika sedymentacji, wyrównania, gęstości w stanie

zsypanym oraz zawartości popiołu a ich udziałem w zmianowaniu. Autor stwierdził, że przy dużym udziale pszenicy w zmianowaniu zmniejszyła się gęstość i wyrównanie ziarna oraz wzrosła zawartość popiołu całkowitego. Z kolei wraz ze wzrostem udziału w zmianowaniu pszenicy twardej z 25% do 100% w badaniach Woźniaka i in. [2008] zmniejszyła się gęstość jej ziarna z 76,3 kg·hl⁻¹ do 71,7 kg·hl⁻¹. Podobnie kształtowało się wyrównanie ziarna, które wynosiło 96,2% przy 25% udziale pszenicy w zmianowaniu i 84,4% w monokulturze.

Wyniki wielu wcześniejszych badań dowodzą, że istotny wpływ na plonowanie zbóż zarówno ozimych, jak i jarych, w tym pszenicy ma bezpośredni przedplon [Smagacz 1994, Kuś i Siuta 1995]. Najlepszymi przedplonami dla tej rośliny są strączkowe, motylkowe wieloletnie, rzepak, okopowe i warzywa polowe. Warunkiem uprawy pszenicy ozimej w tych stanowiskach jest jednak zbiór przedplonu umożliwiający terminowy siew. Według Rudnickiego [2005a] wybór stanowiska dla pszenicy ozimej i jarej w praktyce rolniczej zależy także w dużym stopniu od jakości gleby i kierunku użytkowania jej ziarna. Według tego autora na glebach dobrej jakości wysokie plonowanie pszenicy jarej możliwe jest także po przedplonach zbożowych, jak pszenica czy jęczmień, choć potwierdza dużą wartość stanowiska po rzepaku ozimym i warzywach polowych dla pszenicy ozimej, a także roślin strączkowych dla pszenicy jarej. Uprawa roślin bobowatych nawet w międzyplonie ścierniskowym, np. seradeli, łubinu żółtego i grochu siewnego, wpływa już na poprawę stanowiska, co wykazali Wilczewski i in. [2007] w odniesieniu do pszenicy jarej. W wieloletnich badaniach środowiskowych prowadzonych w południowo-wschodniej Polsce Dresler i in. [2010] stwierdzili jednak, że plon pszenicy jarej według opinii rolników kształtował się malejąco w stanowiskach po: buraku cukrowym, jęczmieniu jarym, pszenicy ozimej, mieszance zbożowej, ziemniaku.

Rośliny strączkowe są bardzo dobrym przedplonem również dla pszenicy ozimej. W badaniach Bleharczyka i in. [2006] jej plon w stanowiskach po grochu i bobiku oraz soi był większy odpowiednio o 28,8% i 21,2% niż po jęczmieniu jarym. Na wysoką wartość przedplonową grochu dla pszenicy ozimej wskazują również Buraczyńska i Ceglarek [2008], gdyż jej plon w tym stanowisku był o około 1,0 – 1,5 t·ha⁻¹ większy w porównaniu z plonami po pszenicy jarej i pszenicy jarym. Już 20 – 60% dodatek grochu siewnego do zbóż jarych powodował, że stanowisko po mieszance zbożowo-strączkowej było lepsze niż po zbożach jarych w siewie czystym. Dużą wartość przedplonową mieszanek zbożowo-strączkowych dla pszenicy ozimej podkreśla Dmowski [1993], cyt. za Rudnicki [2005b]. Według tego autora jej plon nawet po roślinach motylkowych wieloletnich, ziemniaku i rzepaku ozimym był o około 4 – 7% mniejszy niż po mieszankach. W stanowiskach po grochu i owsie, uważanych za dobre przedplony, plon był mniejszy o 11 – 12%, a po pszenicy i życie o blisko 30 – 40%. Korzystny wpływ uprawy roślin strączkowych na plon ziarna pszenicy ozimej nie zawsze jest tak znaczący. Buczek i in. [2013] podają, że zwyczajka plonu ziarna pszenicy ozimej w stanowisku po bobiku, w stosunku do uprawy po sobie,

wyniosła średnio w trzech latach badań poniżej 10%, a w jednym roku była nieistotna. Także według Woźniaka [2006a], w niektórych latach plon pszenicy ozimej po grochu siewnym był nieco mniejszy niż po pszenicy. Autor ten podkreśla jednocześnie dużą wartość przedplonową ziemniaka, choć również nie w każdym roku. Smagacz [2004] prowadząc badania wazonowe stwierdził, że pszenica ozima różnych odmian rosnąca w stanowisku po ziemniaku wytwarzała o 17,6% większą masę ziarna niż po sobie.

Korzystnym przedplonem dla pszenicy ozimej jest rzepak ozimy. W stanowisku tym, powszechnie wykorzystywanym w praktyce rolniczej, jej plonowanie wynikające ze wzrostu obsady kłosów, masy tysiąca ziaren i masy ziarna w kłosie było o ponad 10% większe niż po sobie [Wesołowski i in. 2007]. Różnica ta jest i tak niewielka, gdyż według Smagacza [2004] wiele odmian pszenicy ozimej reaguje znacznie większym spadkiem plonu na uprawę w tym samym stanowisku. W stanowisku po rzepaku ozimym bardzo dobrze plonują również zboża jare. Biskupski i Włodek [2010] stwierdzili w nim istotnie większy plon ziarna pszenicy jarej niż w stanowisku po sobie i kukurydzy. Z kolei wartość przedplonowa pszenicy jarej była większa niż kukurydzy.

Przedplon oprócz wpływu na plonowanie, oddziałuje również na jakość ziarna pszenicy. Ziarno pszenicy ozimej zbierane ze stanowisk korzystnych dla tej rośliny charakteryzuje się najczęściej dobrą jakością technologiczną. Woźniak [2006a] uzyskał ziarno o dobrej wartości ze stanowisk po ziemniaku i grochu siewnym. Charakteryzowało się ono dużą zawartością białka ogólnego, glutenu mokrego oraz wysokim wskaźnikiem sedymentacji. Równie wartościowe ziarno zbierano w krótkotrwałej, trzyletniej monokulturze. Wynikało to zapewne z małego plonu w tym stanowisku, gdyż autor stwierdził istotną ujemną korelację zawartości białka i glutenu z plonem. Korzystny wpływ ziemniaka i grochu siewnego na cechy jakości ziarna pszenicy jarej, jak zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacji oraz wyrównanie i gęstość stwierdzili Woźniak i Gontarz [2003] oraz Woźniak [2004].

Mało jest wyników badań dotyczących wartości stanowisk dla pszenicy po przedplonach późno zbieranych z pola, np. kukurydzy uprawianej na ziarno. W Bułgarii stanowisko to dla pszenicy ozimej okazało się gorsze niż po słoneczniku i grochu. Mała jego wartość była zwłaszcza w warunkach roku posusznego [Ivanova i Tsenov 2012]. Pszenica uprawiana w stanowisku po kukurydzy narażona jest na występowanie chorób, w tym fuzaryjnych, wpływających nie tylko na plon ziarna, ale również jego jakość [Góral i in. 2012]. Gallo i Pekár [2001] nie stwierdzili natomiast różnicy w występowaniu szkodników pszenicy uprawianej w stanowiskach po kukurydzy i grochu. W badaniach krajowych plon ziarna pszenicy ozimej wysiewanej po zbiorze kukurydzy zależał od sposobu uprawy roli [Jaskulska i in. 2013]. Duża jego redukcja w porównaniu z plonem uzyskanym po rzepaku ozimym miała miejsce w warunkach uproszczonej, bezorkowej uprawy. Staranna płużna uprawa roli zmniejszyła natomiast niekorzystne oddziaływanie kukurydzy jako rośliny przedplonowej.

Na wysoką jakości mąki i chleba uzyskanych z ziarna pszenicy ozimej w stanowisku po kukurydzy w porównaniu z jęczmieniem jarym, rzepakiem ozimym i grochem wskazują Narkiewicz-Jodko i Narkiewicz-Jodko [1998]. Wydajność ogólna mąki z ziarna pochodzącego ze stanowiska po kukurydzy była taka jak po grochu, a jednocześnie większa niż po rzepaku ozimym i jęczmieniu jarym, natomiast zawartość białka w ziarnie po kukurydzy i rzepaku jako przedplonie była większa niż po jęczmieniu i grochu. Zawartość glutenu, wskaźnik sedymentacji, wodochłonność mąki były z kolei większe niż z ziarna zebranego w stanowisku po jęczmieniu jarym. Ciasto z mąki ze stanowiska po kukurydzy charakteryzowało się najlepszą stabilnością, wartością walorymetryczną i wydajnością chleba.

Termin zbioru przedplonu decyduje o możliwości uprawy ozimej lub jarej formy pszenicy. Optymalny termin siewu jest bowiem jednym z najważniejszych beznakładowych elementów jej agrotechniki [Dubis i Budzyński 2006, Grabiński i in. 2007]. Wyniki badań krajowych i zagranicznych potwierdzają, że optymalny termin siewu jest warunkiem uzyskania wysokich plonów pszenicy ozimej [Sainis i in. 2006, Theobald i in. 2006, Oleksiak i Mańkowski 2007]. Opóźnienie terminu siewu wynika z chęci jej uprawy po przedplonach późno schodzących z pola, np. buraku cukrowym [Liszewski i Chrzanowska-Drożdż 2001] czy kukurydzy. Powodami opóźnienia siewu mogą być także względy organizacyjne bądź warunki pogodowe [Noworolnik i in. 2005]. Zdaniem Oleksiaka i Mańkowskiego [2007] pszenica ozima wysiana w terminie opóźnionym plonuje przynajmniej o 5% gorzej niż w terminie optymalnym. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie zdaniem Kusia i Jończyka [1997] oraz Jończyka [1998] powoduje jeszcze większy spadek plonu pszenicy ozimej, który zależy od warunków glebowych. Na glebie kompleksu pszennego dobrego spadek plonu wyniósł około 7%, natomiast na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego 13%. Większy spadek plonu pszenicy ozimej, średnio o 17,3%, przy opóźnieniu siewu o dwa tygodnie stwierdzili Szumiło i Rachoń [2008]. Z podobną reakcją pszenicy ozimej na siew w połowie października spotkali się Weber i Podolska [2008]. Redukcja plonu, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach siedliskowych, może być znacznie większa, nawet ponad 30% [Pisarek i in. 2013b].

Opóźnienie terminu siewu przekłada się bezpośrednio na skrócenie okresu wegetacji pszenicy ozimej. Badania przeprowadzone przez Podolską i Wyziańską [2011] dowodzą, że opóźnienie terminu siewu pszenicy ozimej o dwa tygodnie skraca okres jej wegetacji o kilka, kilkanaście dni, natomiast opóźnienie o miesiąc skraca wegetację nawet o 20 – 29 dni. Skutkiem tego krótsze są poszczególne fazy rozwojowe, zwłaszcza krzewienie oraz strzelanie w źdźbło [Podolska 1997; Podolska i Mazurek 1999a, 1999b; Podolska i Mazurek 2000]. Pszenica ozima wysiana w terminie opóźnionym o miesiąc w stosunku do optymalnego zwykle nie jest w stanie jesienią osiągnąć fazy krzewienia, co powoduje przeniesienie tego procesu na wiosnę. Jednak po wydłużeniu dnia o 3 godziny uruchamiają się bodźce powodujące przejście roślin do kolejnej fazy rozwojowej, strzelania w źdźbło. Faza krzewienia ulega skróceniu, co przekłada

się bezpośrednio na zmniejszenie obsady kłosów. Pałys i Kruszkiewicz [2003] wskazują natomiast, że o plonie pszenicy ozimej decyduje głównie ilość ziarna z pędów wykształconych jesienią. W warunkach siewu opóźnionego redukcji ulegają również liczba ziaren w kłosie, masa tysiąca ziaren i wysokość roślin. Wysiew pszenicy ozimej w pierwszej dekadzie października, w porównaniu z siewami wcześniejszymi, może ograniczać zimowanie roślin [Pisarek i in. 2013a]. Według Szumiło i Rachonia [2008] pogarsza się także jakość ziarna, np. gęstość w stanie zsypanym.

Podzielone są natomiast zdania, co do siewu wcześniejszego niż zalecany. Według Śniadego i Sobkowicza [1999] wpłynął on pozytywnie na plon ziarna, liczbę ziaren w kłosie oraz masę tysiąca ziaren. Dubis i Budzyński [2006] stwierdzili z kolei, że przyspieszenie terminu siewu spowodowało silniejsze porażenie łąnu chorobami grzybowymi, spadek masy tysiąca ziaren pszenicy, co w efekcie wpłynęło na zmniejszenie plonu. Pszenica jara, często bardziej niż ozima, reaguje spadkiem plonu na opóźnienie terminu siewu [Podolska i Sułek 2002]. W badaniach przeprowadzonych przez Sułek [2009] obniżenie plonu wynosiło odpowiednio w trzech latach badań 35%, 31% i 46% w porównaniu do siewu wcześniejszego. Negatywną reakcję pszenicy jarej, polegającą na istotnym zmniejszeniu plonu, na opóźniony termin siewu potwierdzają wyniki innych badań [Mazurek i Sułek 2000, Sułek 2004]. Według Jaskulskiego [1999] spadek ten wyniósł 25%. Główną jego przyczyną jest skrócenie okresu wegetacji roślin, co powoduje zmniejszenie obsady kłosów, liczby ziaren w kłosie oraz masy tysiąca ziaren pszenicy jarej [Mazurek i Sułek 1997, 2000].

Doświadczenia przeprowadzone przez Szumiło i Rachonia [2008] wskazują, że ziarno pszenicy ozimej wysiewanej w terminie opóźnionym w porównaniu do terminu optymalnego odznaczało się istotnie mniejszą gęstością w stanie zsypanym, a spadek wielkości tego parametru wahał się od 2,2% do 4,7%. Badania nie potwierdziły natomiast istotnego wpływu opóźnienia terminu siewu pszenicy ozimej na szklistość i wyrównanie ziarna. Opóźnienie terminu siewu w październiku może powodować zwiększenie zawartości białka w ziarnie pszenicy, co w przypadku ziarna orkiszu stwierdzili Sulewska i in. [2008]. Autorzy zaobserwowali również tendencję do gromadzenia się większej ilości błonnika w rezultacie opóźnionego siewu. Natomiast koncentracja związków bezazotowych wyciągowych była nieco większa przy wcześniejszych terminach siewu. Opóźnienie terminu siewu wpływa także na jakość ziarna zbóż jarych [Noworolnik 2011, 2013]. Późniejszy siew pszenicy jarej o około 2-3 tygodnie w stosunku do optymalnego powoduje m.in. wzrost zawartości białka w ziarnie [Mazurek i Kuś 1991, Sułek 2009].

Od pewnego czasu trwają próby uprawy odmian przewodkowych pszenicy, nazywanych w literaturze anglojęzycznej fakultatywnymi. Cechuje je zazwyczaj mniejsza mrozoodporność oraz zimotrwałość niż formy ozimej, ale większa od typowych odmian jarych. Nie wymagają one długiego okresu jarowizacji, a niewątpliwą ich zaletą jest również szybsze rozpoczęcie wzrostu wiosną. Wysiewane późną jesienią mogą plonować porównywalnie do pszenicy

ozimej, a lepiej od jarej wysiewanej wiosną. Jednocześnie charakteryzują się ziarnem dobrej jakości technologicznej [Stemakh 1998, Schreiber i Hartman cyt. za Weberem i Kausem 2007]. Pszenice te wysiewane jesienią, wiosną szybciej rozpoczynają wegetację przez co lepiej okrywają glebę. Ogranicza to straty wody zmagazynowanej w okresie zimowym [Grocholski i in. 2007]. Odmiany przywódkowe są wysiewane głównie w Azji Środkowej, na Bliskim Wschodzie, w Chile i w Australii, ale także w Słowacji i Czechach [Hanilicka i in. 2005, Öztürk i in. 2006].

Öztürk i in. [2006], wysiewając pszenicę przewódkową w terminach późnojesiennych, uzyskali plon o około 37% większy niż z siewu wiosennego. Podobnie Grocholski i in. [2007] odnotowali wyższe plony pszenicy wysiewanej jesienią o 1,14 – 2,93 t ha⁻¹ w porównaniu do siewów wiosennych. Weber i Kaus [2007] badając odmiany pszenicy jarej przedstawili zróżnicowane rezultaty. Odmiany ‘Olimpia’ i ‘Helia’ plonowały zdecydowanie wyżej, gdy były wysiewane jesienią, niż odmiany ‘Zebra’, ‘Torka’ i ‘Nawra’ z siewu wiosennego.

Zmiana terminu siewu pszenicy jarej z wiosennego na jesienny pociąga za sobą nie tylko różnicę plonu, ale również zmiany jego jakości, a wcześniej strukturę i architekturę łanu. Kardasz i in. [2010] stwierdzili, że flora segetalna łanu pszenicy jarej wysiewanej jesienią składała się głównie z gatunków charakterystycznych dla ozimin, jak: fiołek polny, maruna bezwonna, chaber bławatek, mak polny czy miotła zbożowa, natomiast w zasiewach wiosennych oprócz chwastów ozimych i zimujących wystąpiła również w dużym nasileniu komosa biała. Pszenica jara wysiewana jesienią wykształcała dłuższe źdźbła i odznaczała się większą obsadą kłosów. Jej ziarno było bardziej dorodne, o większej masie tysiąca sztuk i gęstości, ale zawierało mniej białka i glutenu oraz charakteryzowało się mniejszą wartością wskaźnika sedymentacji. Wiosenny siew pszenicy jarej przewódkowej sprzyjał natomiast parametrom jakościowym ziarna związanym z zawartością białka, mimo że rośliny były niższe, źdźbła krótsze, a ziarno drobniejsze.

Kurowski i Bruderek [2009], wysiewając pszenicę jarą jesienią, w listopadzie oraz wiosną w terminie optymalnym i opóźnionym, obserwowali związek pomiędzy terminem siewu a występowaniem chorób: łamliwości źdźbła zbóż, septoriozy paskowanej liści, septoriozy plew i rdzy brunatnej pszenicy. Zdrowotność roślin i występowanie poszczególnych chorób zależało w dużym stopniu od przebiegu pogody. W pierwszym roku najbardziej porażone były rośliny siane najwcześniej, a drugim najpóźniej. Tylko występowanie fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła w obu latach badań było największe na roślinach sianych w pierwszym, jesiennym terminie.

3. METODYKA BADAŃ

3.1. DOŚWIADCZENIE POLOWE

3.1.1. Lokalizacja i układ eksperymentu

Metodą badawczą zastosowaną dla realizacji założonych celów i weryfikacji przyjętych hipotez było wielokrotne doświadczenie polowe. Przeprowadzono je w latach 2009 – 2012, rozpoczynając pierwszym siewem w październiku 2009 roku a kończąc ostatnim zbiorem w sierpniu 2012 roku. Eksperyment zlokalizowano w gospodarstwie rolnym położonym w miejscowości Rataje (E:17.24 N:53.26), gmina Łobżenica, województwo wielkopolskie, współpracującym z Katedrą Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy.

Jednoczynnikowe doświadczenie polowe, w każdym z trzech kolejnych lat, zakładano w układzie losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 24 m². Przedmiotem badań były pszenica ozima odmiana ‘Muszelka’ oraz jara ‘Monsun’ – określana jako przewódkowa – wysiewane w siedmiu terminach.

Czynnik doświadczalny i jego poziomy - forma pszenicy i termin siewu:

- ozima, 10-15 październik,
- ozima, 20-25 październik,
- ozima, 5-10 listopad,
- jara, 20-25 październik,
- jara, 5-10 listopad,
- jara, optymalny termin wiosenny,
- jara, wiosenny opóźniony o 7-10 dni.

3.1.2. Warunki siedliskowe

Doświadczenia przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa. Warunki glebowe w kolejnych latach były podobne. Zawartość przyswajalnych form makroskładników wynosiła średnio:

- 141 mg P·kg gleby⁻¹ (bardzo wysoka),
- 153 mg K·kg gleby⁻¹ (wysoka),
- 65 mg Mg·kg gleby⁻¹ (wysoka),
- wartość pH gleby w 1 M KCl - 6,1.

Pszenicę zarówno ozimą, jak i jarą wysiewano w stanowisku po kukurydzy uprawianej na ziarno, której przedplonem było pszenżyto ozime. Kukurydzę na powierzchni całego doświadczenia zbierano bezpośrednio przed pierwszym terminem siewu pszenicy. W trakcie zbioru resztki późniwne kukurydzy (około 10 t·ha⁻¹) zostały starannie rozdrobnione i rozrzucone na polu.

Warunki meteorologiczne w kolejnych latach realizacji doświadczeń polowych były zróżnicowane (tab. 1). Jesienią w okresie siewu i początkowego

wzrostu pszenicy najbardziej korzystne warunki pogodowe występowały w 2009 roku. Suma opadów w październiku była wówczas większa niż przeciętnie. Także temperatura powietrza w listopadzie przewyższała średnią wieloletnią o ponad 1°C. W kolejnych dwóch latach w październiku wystąpił głęboki deficyt opadów, a w listopadzie 2010 roku ich nadmiar.

Niską temperaturę w miesiącach zimowych, -6,5 °C, zanotowano w grudniu 2010 roku. Podczas tej samej zimy, w styczniu 2011 roku, temperatura była również o blisko 3 °C niższa od przeciętnej z wielolecia. Jednak opady, głównie śniegu, i utrzymująca się pokrywa śnieżna, przyczyniły się do dobrego zimowania roślin. Bardzo niekorzystne były natomiast warunki opadowo-termiczne zimą 2011/2012. Po nieprzeciętnie ciepłym grudniu 2011 roku w lutym, przy braku dostatecznej okrywy śnieżnej, temperatury spadły poniżej -25 °C, a średnia temperatura powietrza w tym miesiącu była niższa o 2,5°C niż w wieloleciu. Taki przebieg pogody spowodował bardzo duże straty roślin zarówno pszenicy ozimej i jarej sianej jesienią we wcześniejszych terminach.

W okresie wiosenno-letniej wegetacji pszenicy elementem meteorologicznym szczególnie ograniczającym wzrost roślin jest niedobór opadów atmosferycznych. Sumę opadów znacznie przewyższającą średnią w wieloleciu odnotowano w maju 2010 roku oraz w czerwcu 2012 roku, co należy uznać za korzystne dla plonowania pszenicy. Niekorzystnie, zwłaszcza na jakość ziarna mogła wpływać natomiast duża, ponad 100 mm, ilość opadów w lipcu 2011 i 2012 roku.

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów, grubość pokrywy śnieżnej oraz średnie temperatury powietrza w rejonie realizacji doświadczeń polowych w kolejnych latach badań i wieloleciu

Rok/Miesiąc	2009	2010	2011	2012	Wielolecie
Opady (mm)					
Styczeń	14,5	19,3	28,5	53,2	28,9
Luty	27,4	14,3	13,4	29,9	21,3
Marzec	43,0	37,6	20,8	10,0	27,9
Kwiecień	0,9	36,1	9,0	30,4	19,1
Maj	77,7	88,8	38,4	42,9	62,0
Czerwiec	106,8	9,9	39,4	113,9	67,5
Lipiec	96,8	85,8	117,4	144,3	111,1
Sierpień	17,0	149,7	51,0	48,4	66,5
Wrzesień	29,7	61,2	27,2	30,5	37,2
Październik	70,2	3,2	19,5	32,5	31,4
Listopad	44,0	96,7	3,4	54,0	49,5
Grudzień	35,5	35,4	40,0	19,6	32,6

cd. tabeli 1

Pokrywa śnieżna (cm)					
Styczeń	1,3	11,3	3,7	0,5	4,2
Luty	1,7	23,8	1,2	2,2	7,2
Marzec	-	1,0	0,3	-	0,3
Kwiecień	-	-	-	-	-
Maj	-	-	-	-	-
Czerwiec	-	-	-	-	-
Lipiec	-	-	-	-	-
Sierpień	-	-	-	-	-
Wrzesień	-	-	-	-	-
Październik	-	-	-	-	-
Listopad	-	0,2	-	-	0,1
Grudzień	0,5	11,1	-	0,7	3,1
Temperatura (°C)					
Styczeń	-3,4	-8,5	-7,9	-1,0	-5,2
Luty	-1,2	-2,4	-2,7	-5,5	-3,0
Marzec	2,7	2,9	2,4	3,5	2,9
Kwiecień	10,8	8,5	9,8	7,9	9,3
Maj	12,5	12,5	11,3	13,6	12,5
Czerwiec	14,9	16,8	17,2	14,6	15,9
Lipiec	18,8	21,4	21,7	18,1	20,0
Sierpień	18,7	19,0	18,5	17,5	18,4
Wrzesień	14,3	12,0	12,2	12,8	12,8
Październik	6,4	5,3	7,9	7,4	6,8
Listopad	5,2	4,6	2,3	4,0	4,0
Grudzień	-1,3	-6,5	1,9	-2,9	-2,2

3.1.3. Zabiegi agrotechniczne

Po zbiorze przedplonu, 6 – 9 października w zależności od roku badań, na obiektach zasiewanych jesienią wykonywano orkę razówkę na głębokość 20 - 22 cm, starannie przykrywającą resztki poźniwne. Pod pszenicę jarą sianą wiosną orkę przedzimową, głęboką na 25 cm, wykonywano późną jesienią. Przed siewem pszenicy w poszczególnych terminach wierzchnią warstwę roli uprawiano przy użyciu agregatu składającego się z elementów spulchniających kultywatora i wału strunowego. Kwalifikowane i zaprawione ziarno wysiewano w terminach zgodnych z poziomami czynnika doświadczalnego. Gęstość siewu w pierwszym terminie jesiennym i terminach wiosennych wynosiła 500 ziaren na m², a w terminach późnych 600 ziaren na m².

Nawożenie fosforowe i potasowe stosowano przedsięwzięcie bezpośrednio przed powierzchniową uprawą roli. Dawki $13,0 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $66,7 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ ustalono w każdym roku na podstawie zasobności gleby i przewidywanego plonu ziarna na poziomie $6,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawożenie azotowe $130 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ z podziałem na trzy dawki ($60 + 40 + 30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) stosowano, odpowiednio w momencie wznowienia wegetacji lub przedsięwzięcie wiosną, w fazie strzelania w źdźbło BBCH 31-32 i początku kłoszenia BBCH 50-51.

Przeciwno chwastom jedno- i dwuliściennym stosowano Legato Plus 600 SC (diflufenikan + izoproturon) w dawce $1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ bezpośrednio po siewie w ostatnim jesiennym terminie, a w pszenicy jarej sianej wiosną aplikowano w fazie krzewienia BBCH 27-29 Chwastox Turbo 340 SL (MCPA + dikamba) $2,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Występowanie chorób grzybowych w roślinach sianych jesienią ograniczano poprzez stosowanie fungicydu Capalo 337,5 SE – epoksykonazol, fenpropimorf, metrafenon ($1,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) w fazie BBCH 30-31 oraz Alert 375 SC (flusilazol, karbendazym) $1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ w fazie liścia flagowego BBCH 39. W pszenicy jarej zasiewanej wiosną zastosowano jednorazowo (BBCH 39) fungicyd Alert 375 SC ($1,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Zbiór ziarna wykonywano w pierwszej dekadzie sierpnia przy użyciu kombajnu poletkowego Wintersteiger w fazie pełnej dojrzałości pszenicy.

3.1.4. Obserwacje, pomiary biometryczne i oznaczenia laboratoryjne

W okresie wegetacji pszenicy oraz po zbiorze wykonano następujące oznaczenia, pomiary i analizy:

- obsada roślin po wschodach (szt. m^{-2}). Ocenę, w zależności od terminu siewu, wykonano jesienią lub wiosną na dwóch parcelach po $0,5 \text{ m}^2$ na każdym poletku,
- obsada roślin po zimie (szt. m^{-2}) – dla obiektów, na których rośliny powschodziły jesienią, w sposób j.w.,
- bonitacyjna ocena zachwaszczenia pszenicy przed zbiorem oraz wylegania roślin (skala 9°),
- długość źdźbła (cm) – średnia z pomiaru 20 kolejnych źdźbeł w dwóch miejscach na każdym poletku,
- obsada kłosów przed zbiorem (szt. m^{-2}) – średnia z pomiaru liczby kłosów na dwóch jednowymiarowych odcinkach rzędu na poletku.
- długość kłosa (cm),
- liczba ziaren w kłosie (szt.),
- masa ziarna w kłosie (g),
- plon ziarna w kg z poletka i po przeliczeniu na $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ przy 15% zawartości wody.

Pomiary biometryczne kłosa wykonano bezpośrednio przed zbiorem ziarna na próbie 20 losowo pobranych okazach z każdego poletka. Po zbiorze pobrano próbki ziarna do ocen i analiz laboratoryjnych. Oceny i analizy wykonano według

właściwych procedur badawczych, przy użyciu odpowiedniej aparatury pomiarowej i analitycznej:

- masa 1000 ziaren (g), PN-68/R-74017 (licznik ziaren, waga laboratoryjna),
- gęstość ziarna w stanie zsypanym ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$), PN-ISO 7971-2 (gęstościomierz ziarna typu SH, waga laboratoryjna),
- wyrównanie ziarna (%), BN-69/9131-02 (separator ziarna SZD, waga laboratoryjna),
- zawartość białka ogólnego (% s.m.), metoda bliskiej podczerwieni – NIR (Instalab 600),
- zawartość glutenu mokrego (%), metoda bliskiej podczerwieni – NIR (Instalab 600),
- test sedymentacji (ml), metoda bliskiej podczerwieni – NIR (Instalab 600),
- szklistość ziarna (%), PN-70/R-74008 (Farinotom),
- liczba opadania (s), PN-ISO 3093 (waga laboratoryjna, młynek laboratoryjny WŻ-2, aparat do oznaczania liczby opadania typ SWD),
- zawartość popiołu (%), metoda bliskiej podczerwieni – NIR (Instalab 600).

3.2. OPRACOWANIE WYNIKÓW

3.2.1. Efekt produkcyjny

Ze względu na zróżnicowaną gęstość siewu (g) nie oceniono istotności statystycznej wpływu terminu siewu na obsadę roślin pszenicy. Określono obsadę roślin po wschodach (a) oraz na obiektach, na których rośliny wschodziły jesienią także obsadę wiosną (b). Na podstawie tych ocen wyliczono:

- połową zdolność wschodów (pzw): $pzw = 100a/g$ (%),
- bezwzględne ubytki zimowe (c): $c = a - b$ (szt. m⁻²),
- względne ubytki zimowe (d): $d = 100(a - b)/a$ (%),
- stopień przezimowania roślin (e): $e = 100b/a$ (%).

Wyniki pomiarów biometrycznych, wielkości elementów plonowania, plonu ziarna i cech jego jakości technologicznej zostały opracowane statystycznie. Wykonano analizę wariancji według modelu odpowiadającego układowi doświadczenia pojedynczego – losowanych bloków, a następnie syntezę dla doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic pomiędzy średnimi obiektowymi oceniono testem Tukeya na poziomie istotności 0,05. Z powodu nieprzezimowania pszenicy ozimej wysiewanej w najwcześniejszym terminie (II dekada października) oraz pszenicy jarej sianej w III dekadzie października w sezonie 2011/2012 wyniki z tego roku oraz konsekwentnie syntezę z trzech lat badań opracowano dla 5 poziomów czynnika doświadczalnego, z pominięciem poziomu pierwszego i czwartego (patrz rozdz. 3.1.1.). Związek pomiędzy plonem a cechami jakości ziarna oraz pomiędzy poszczególnymi parametrami jakości oceniono, określając współczynniki korelacji prostej Pearsona.

Wpływ elementów plonowania na różnicę plonów form pszenicy oraz oddziaływanie terminu ich siewu wyliczono zgodnie z metodą Rudnickiego [2000].

Dla poszczególnych cech roślin obu form pszenicy wysiewanej w różnych terminach określono współczynniki zmienności (V) pod wpływem zróżnicowanych warunków w latach badań:

$$V = s/\bar{X}$$

gdzie:

s – odchylenie standardowe z próby

\bar{X} – średnia arytmetyczna z próby

W opracowaniu wyników wykorzystano arkusz kalkulacyjny Office Excel (Microsoft Corporation) oraz programy statystyczne FR-ANALWAR-5.2.

3.2.2. Wynik ekonomiczny

Oprócz oceny efektu produkcyjnego – wielkość cech biometrycznych roślin, plon i parametry jego jakości, określono również uproszczony wynik ekonomiczny uprawy obu form pszenicy w zróżnicowanych terminach ich siewu. Jako miarę efektu ekonomicznego przyjęto nadwyżkę bezpośrednią. Obliczono ją dla poszczególnych obiektów jako różnicę wartości produkcji (iloczyn plonu i ceny jednostkowej ziarna powiększony o dopłaty) i kosztów bezpośrednich (materiał siewny, nawozy, środki ochrony roślin). Dla pszenicy jarej przyjęto dodatkowy nakład 10 l ha^{-1} oleju napędowego na głębszą orkę przedzimową niż razówkę. Wykonano również symulację efektu ekonomicznego dla siewu pszenicy jarej w przypadku nieprzezimowania pszenicy wysiewanej jesienią. Wówczas do nakładów dodano wartość 10 l ha^{-1} oleju napędowego zużytego do wiosennej przedsewnej uprawy roli oraz koszt kolejnego materiału siewnego pszenicy jarej.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

4.1. OBSADA I UBYTKI ROŚLIN

Najlepiej wschodziła pszenica w pierwszym roku badań – 2009/2010, a najgorzej w drugim – 2010/2011 (tab. 2). Polowa zdolność wschodów zależała nie tylko od roku badań, ale również od formy pszenicy i terminu jej siewu. Jesienią 2009 roku w blisko lub ponad 90% powschodziła pszenica ozima wysiewana w drugiej i trzeciej dekadzie października oraz jara z siewu w końcu października i wiosennego. W 2011 roku na tym poziomie wschodziła tylko pszenica jara zasiana w optymalnym terminie wiosennym. Najgorzej w obu latach powschodziła pszenica jara zasiana w pierwszej dekadzie października – pzw poniżej 80%. W 2010 roku przebieg pogody późną jesienią uniemożliwił pełne wschody pszenicy wysiewanej w pierwszej dekadzie listopada. Jesienią polowa zdolność wschodów pszenicy ozimej, zasianej w tym terminie, wyniosła niespełna 50%, a pszenicy jarej 30%. Najlepiej w tym roku powschodziła pszenica ozima wysiana w końcu października – pzw ponad 90%.

Tabela 2. Obsada roślin po wschodach jesienią i połowa zdolność wschodów pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma pszenicy / termin siewu	Gęstość siewu (szt. m ⁻²)	Obsada roślin po wschodach (szt. m ⁻²)	Połowa zdolność wschodów (%)
	g	a	pzw
2009/2010			
ozima / 10-15 X	500	471	94,2
ozima / 20-25 X	600	552	92,0
ozima / 5-10 XI	600	496	82,7
jara / 20-25 X	600	545	90,8
jara / 5-10 XI	600	479	79,8
jara / optymalny	500	448	89,6
jara / opóźniony	500	463	92,6
średnio	-	493	88,8
2010/2011			
ozima / 10-15 X	500	418	83,6
ozima / 20-25 X	600	561	93,5
ozima / 5-10 XI	600	285	47,5
jara / 20-25 X	600	528	88,0
jara / 5-10 XI	600	179	29,8
jara / optymalny	500	430	86,0
jara / opóźniony	500	398	79,6
średnio	-	400	72,6
2011/2012			
ozima / 10-15 X	500	423	84,6
ozima / 20-25 X	600	495	82,5
ozima / 5-10 XI	600	480	80,0
jara / 20-25 X	600	512	85,3
jara / 5-10 XI	600	479	79,8
jara / optymalny	500	467	93,4
jara / opóźniony	500	418	83,6
średnio	-	468	84,2

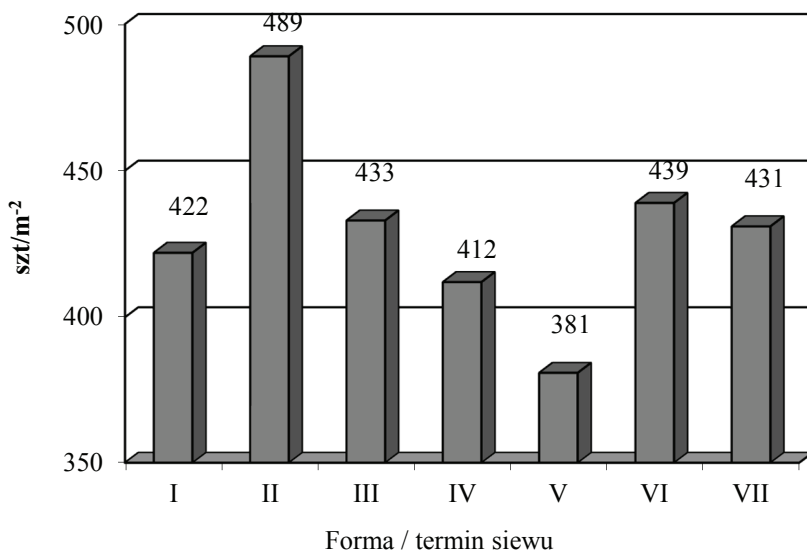
Najwięcej roślin po zimie, na obiektach na których pszenicę zasiewano jesienią stwierdzono w pierwszym roku badań, wiosną 2010 roku. W kolejnych latach, zwłaszcza w 2012 roku obsada była dużo mniejsza (tab. 3). Zimą

2011/2012 roku wystąpiły największe ubytki roślin. Wyniosły one od 22,1% u pszenicy ozimej wysianej w pierwszej dekadzie listopada do ponad 50%, u pszenicy ozimej zasianej pomiędzy 10 a 15 października oraz jarej wysiewanej w obu jesiennych terminach. Pszenica ozima wysiana w drugiej dekadzie października i jara zasiana w trzeciej dekadzie tego miesiąca przezimowały, odpowiednio na poziomie 2,8 i 1,0%. Zadawalająco zimowała natomiast pszenica, niezależnie od formy i terminu siewu, w 2009/2010 roku, której stopień przezimowania wyniósł 81,3 – 95,1%. W drugim roku badań duża część roślin zasianych w listopadzie wschodziła dopiero wczesną wiosną. Dlatego obsada wiosną była większa niż jesienią. W tym przypadku matematycznie wyliczone ubytki zimowe miały wartość ujemną, a stopień zimowania wynikający z algorytmu jego określania wyniósł zatem ponad 100%.

Tabela 3. Obsada roślin po zimie, ubytki i stopień przezimowania pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma pszenicy / termin siewu	Obsada roślin po zimie (szt/m ²)	Ubytki zimowe		Stopień przezimowania (%)
		bezwzględne (szt/m ²)	względne (%)	
	b	c	d	e
2009/2010				
ozima / 10-15 X	448	23	4,9	95,1
ozima / 20-25 X	513	39	7,1	92,9
ozima / 5-10 XI	456	40	8,1	91,9
jara / 20-25 X	443	102	18,7	81,3
jara / 5-10 XI	395	84	17,5	82,5
średnio	451	58	11,3	88,7
2010/2011				
ozima / 10-15 X	396	22	5,3	94,7
ozima / 20-25 X	465	96	17,1	82,9
ozima / 5-10 XI	409	-124	-43,5	143,5
jara / 20-25 X	380	148	28,0	72,0
jara / 5-10 XI	367	-188	-105,0	205,0
średnio	403	-9,2	-19,6	119,6
2011/2012				
ozima / 10-15 X	12	411	97,2	2,8
ozima / 20-25 X	281	214	43,2	56,8
ozima / 5-10 XI	374	106	22,1	77,9
jara / 20-25 X	5	507	99,0	1,0
jara / 5-10 XI	193	286	59,7	40,3
średnio	173	305	64,2	35,8

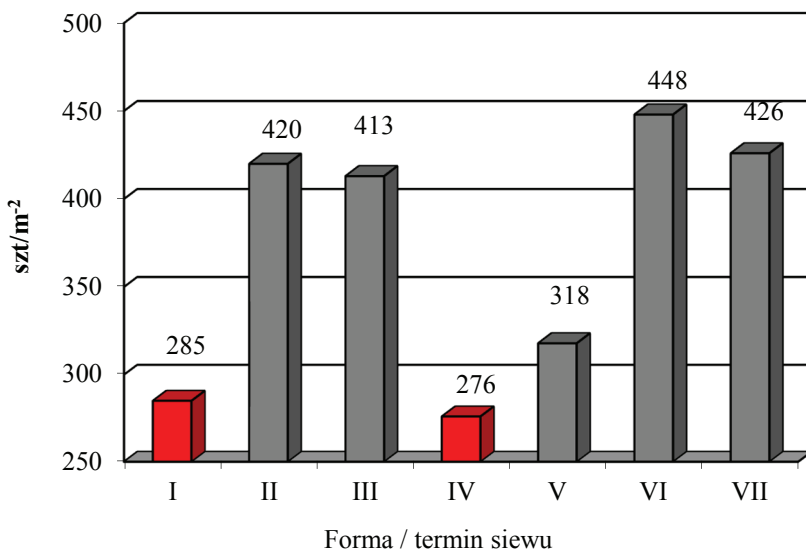
Dobra polowa zdolność wschodów oraz zadowalające zimowanie roślin lub kiełkującego ziarna w pierwszych dwóch latach badań spowodowały, że wiosną po wznowieniu wegetacji średnia obsada roślin wynosiła około lub ponad 400 szt.m² (rys.1). Najwięcej roślin na jednostce powierzchni występowało na obiekcie obsianym pszenicą ozimą w trzeciej dekadzie października, a najmniej pszenicą jara wysianą między 5. a 10. listopada.



- I – ozima / 10-15 X
- II – ozima / 20-25 X
- III – ozima / 5-10 XI
- IV – jara / 20-25 X
- V – jara / 5-10 XI
- VI – jara / optymalny
- VII – jara / opóźniony

Rys. 1. Obsada roślin pszenicy na początku okresu wiosennej wegetacji średnio w latach 2009/2010 i 2010/2011

Niski stopień przezimowania pszenicy w 2011/2012 roku spowodował, że średnio w trzyletnim okresie badań obsada roślin po zimie na obiektach obsiewanych jesienią wynosiła 318 – 420 szt.m², a na obiektach, na których pszenica tej zimy wymarzała - 276 i 285 szt.m². Po siewie pszenicy jarej wiosną średnia obsada roślin wyniosła 426 i 448 szt.m² (rys. 2).



- I – ozima / 10-15 X
- II – ozima / 20-25 X
- III – ozima / 5-10 XI
- IV – jara / 20-25 X
- V – jara / 5-10 XI
- VI – jara / optymalny
- VII – jara / opóźniony

Rys. 2. Obsada roślin pszenicy na początku okresu wiosennej wegetacji średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012

4.2. ZACHWASZCZENIE I WYLEGANIE ROŚLIN

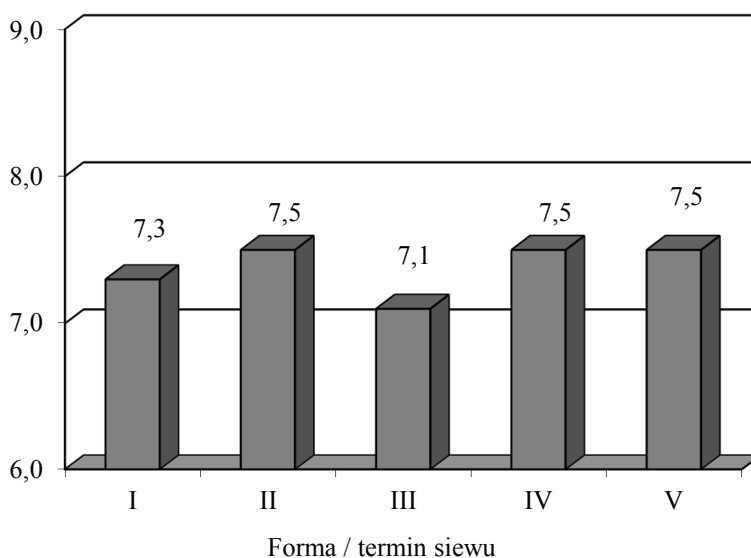
Skuteczność chwastobójcza zastosowanych herbicydów w pierwszym i trzecim roku badań była bardzo dobra. Przed zbiorem stwierdzono pojedyncze osobniki *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Thlaspi arvense* w pszenicy wysiewanej jesienią oraz *Viola arvensis* i *Chenopodium album* w pszenicy jarej sianej wiosną. Większe zachwaszczenie wystąpiło w 2010/2011 roku. Średnio dla obu form i wszystkich terminów siewu wyniosło ono 5,7° w 9° skali (tab. 4). W zasiewach jesiennych gatunkami dominującymi były również miotła zbożowa i fiołek polny, a w pszenicy jarej obok komosy białej występowały pojedyncze osobniki owsa głuchego.

Zachwaszczenie pszenicy przed jej zbiorem, średnio w trzyletnim okresie, po zastosowaniu herbicydów nie było duże, 7,1° – 7,5°, w 9° skali (rys. 3). Nieco więcej chwastów występowało w pszenicy ozimej wysiewanej w trzeciej dekadzie października i w pszenicy jarej sianej na początku listopada.

Tabela 4. Bonitacyjna (skala 9^o) ocena zachwaszczenia pszenicy przed zbiorem w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	8,5*	5,5	-
ozima / 20-25 X	8,8	5,5	7,5
ozima / 5-10 XI	8,5	6,0	8,0
jara / 20-25 X	9,0	6,5	-
jara / 5-10 XI	8,0	5,5	7,8
jara / optymalny	8,0	5,5	9,0
jara / opóźniony	8,0	5,5	9,0
średnio	8,4	5,7	8,3

*- 1^o obiekty całkowicie zachwaszczone, 9^o brak chwastów



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 3. Zachwaszczenie (skala 9^o) pszenicy przed zbiorem średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

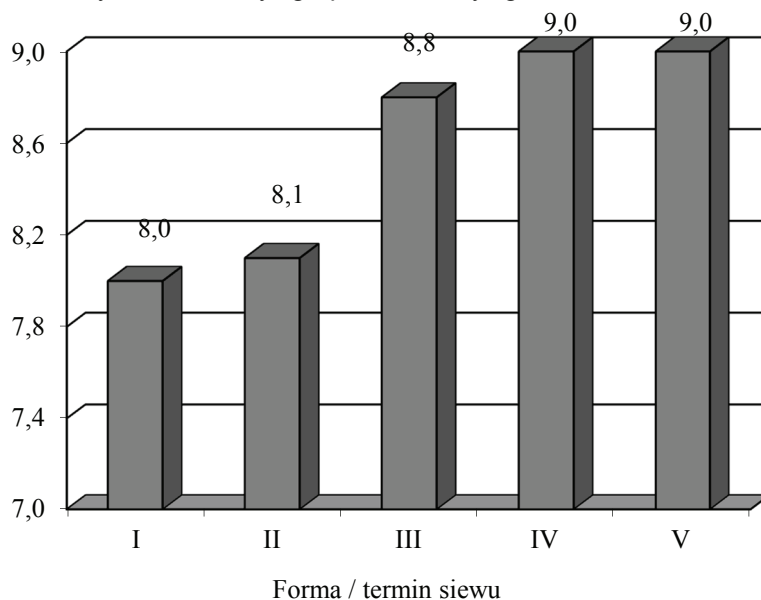
Pszenica, niezależnie od formy i terminu siewu, nie wylegała. Tylko w pierwszym roku badań stwierdzono wyleganie pszenicy ozimej 6,0^o – 6,3^o w 9^o skali oraz w minimalnym stopniu pszenicy jarej sianej jesienią (tab. 5). W okresie

proszonych badań małe wyleganie, 8,0° – 8,8°, stwierdzono u pszenicy sianej jesienią, a nie odnotowano u pszenicy jarej wysiewanej wiosną (rys. 4).

Tabela 5. Bonitacyjna (skala 9°) ocena wylegania pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	6,0*	9,0	-
ozima / 20-25 X	6,0	9,0	9,0
ozima / 5-10 XI	6,3	9,0	9,0
jara / 20-25 X	8,3	9,0	-
jara / 5-10 XI	8,5	9,0	9,0
jara / optymalny	9,0	9,0	9,0
jara / opóźniony	9,0	9,0	9,0
średnio	7,6	9,0	9,0

*- 1° rośliny całkowicie wylegnięte, 9° brak wylegania



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 4. Wyleganie (skala 9°) pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu

4.3. CECHY BIOMETRYCZNE I ELEMENTY PLONOWANIA

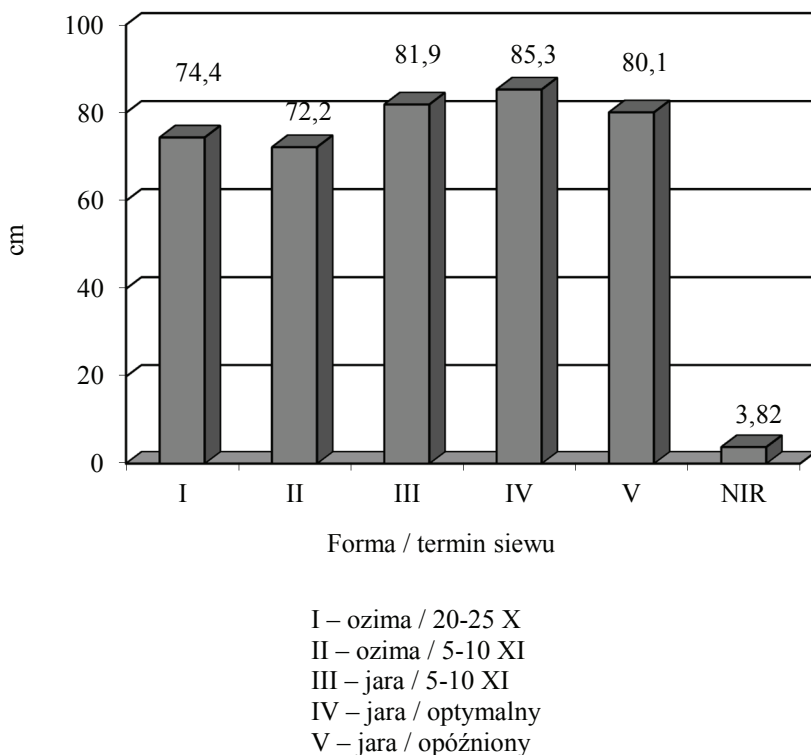
4.3.1. Długość źdźbła

Pszenica jara miała dłuższe źdźbła niż ozima, zależne od terminu siewu (tab. 6). W pierwszym roku źdźbła pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym były krótsze niż wysianej w pozostałych terminach a jednocześnie podobnej długości jak u pszenicy ozimej sianej w październiku. Podobnie w roku 2010/2011 źdźbła pszenicy jarej sianej w optymalnym terminie wiosennym i jesienią były tej samej długości, a wysiewanej w terminie opóźnionym istotnie dłuższe od źdźbeł pszenicy ozimej wysianej w trzeciej dekadzie października i pierwszej dekadzie listopada. W obu latach pszenica ozima siana w listopadzie miała krótsze źdźbła niż wysiewana w październiku. W roku 2011/2012 źdźbła pszenicy jarej sianej wiosną, bez względu na termin, były dłuższe niż pszenicy jarej lub ozimej sianej jesienią.

Średnio w okresie badań źdźbła pszenicy jarej z siewu wiosennego w terminie optymalnym były podobnej długości jak sianej w listopadzie i istotnie dłuższe niż pszenicy ozimej niezależnie od terminu jej siewu, a także jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym (rys. 5).

Tabela 6. Długość źdźbła (cm) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	77,2	75,9	-
ozima / 20-25 X	78,3	75,0	69,8
ozima / 5-10 XI	72,4	70,4	73,8
jara / 20-25 X	88,2	83,9	-
jara / 5-10 XI	86,2	82,1	77,3
jara / optymalny	85,0	85,5	85,3
jara / opóźniony	78,6	79,8	82,1
NIR $p=0,05$	4,47	4,12	4,68



Rys. 5. Długość źdźbła pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

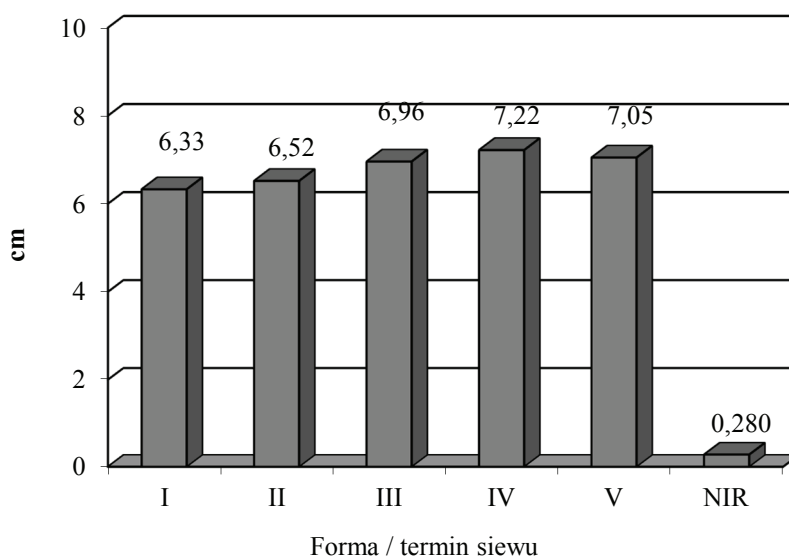
4.3.2. Długość kłosa

Podobnie jak źdźbła również kłosa pszenicy jarej były dłuższe, chociaż nie zawsze istotnie, od kłosów pszenicy ozimej. W 2009/2010 roku kłosa pszenicy jarej sianej wiosną w terminie optymalnym były dłuższe niż sianej jesienią oraz wiosną w terminie opóźnionym. Wcześniejszy termin siewu pszenicy ozimej wpłynął korzystnie na długość jej kłosa, ale nie w stopniu statystycznie istotnym (tab. 7). W drugim roku badań pszenica jara siana wiosną miała kłosa dłuższe niż pszenica, zarówno jara jak i ozima siana jesienią. Długość kłosów pszenicy jarej z siewu jesienno był podobna jak u pszenicy ozimej sianej w listopadzie, a istotnie większa niż zasianej w październiku. W 2011/2012 roku, po mroźnej zimie, kłosa pszenicy jarej bez względu na termin jej siewu były podobnej długości i jednocześnie istotnie dłuższe od kłosów pszenicy ozimej.

W całym okresie badań średnia długość kłosa pszenicy jarej nie zależała od terminu siewu i była istotnie większa niż pszenicy ozimej wysiewanej w trzeciej dekadzie października i pierwszej dekadzie listopada (rys. 6).

Tabela 7. Długość kłosa (cm) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	7,40	6,16	-
ozima / 20-25 X	6,99	6,01	5,99
ozima / 5-10 XI	7,12	6,43	6,01
jara / 20-25 X	7,48	6,61	-
jara / 5-10 XI	7,52	6,64	6,72
jara / optymalny	8,04	7,12	6,50
jara / opóźniony	7,48	7,19	6,48
NIR $p=0,05$	0,429	0,299	0,339



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 6. Długość kłosa pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.3.3. Obsada kłosów

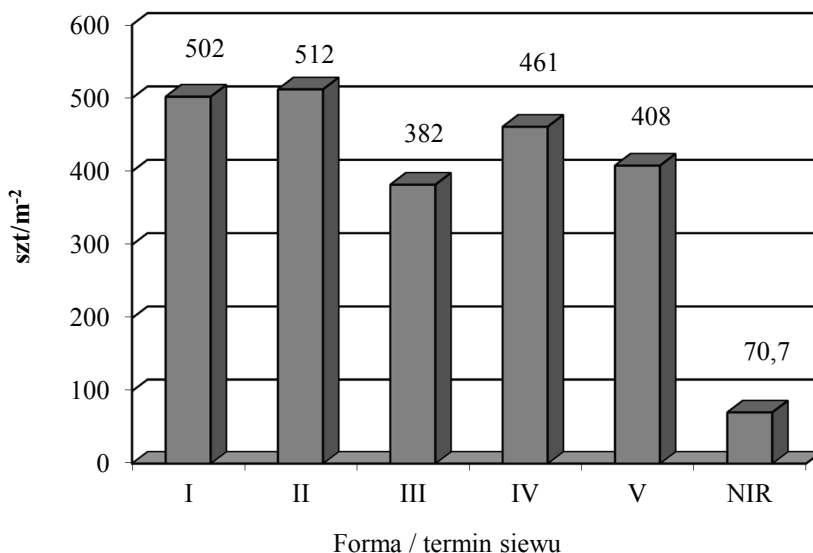
Obsada kłosów obu form pszenicy sianej w różnych terminach była silnie zróżnicowana w kolejnych latach (tab. 8). W pierwszym roku liczba kłosów

na jednostce powierzchni pszenicy ozimej, niezależnie od terminu siewu, była istotnie większa niż pszenicy jarej. Obsada kłosów pszenicy jarej sianej jesienią i wiosną w terminie optymalnym nie różniła się i była istotnie większa niż sianej o dekadę później. W roku 2010/2011 obsada kłosów pszenicy ozimej sianej w pierwszej dekadzie listopada była mniejsza niż sianej wcześniej, ale nie różniła się istotnie od obsady kłosów pszenicy jarej wysianej w tym samym terminie oraz wiosną. W trzecim roku obsada kłosów pszenicy ozimej sianej w listopadzie była większa niż sianej w październiku oraz pszenicy jarej. Forma jara wysiewana wiosną każdego roku w terminie opóźnionym miała mniej kłosów na jednostce powierzchni od sianej w terminie optymalnym, choć w ostatnim roku badań w stopniu nieistotnym. Najmniejszą obsadę kłosów pszenicy stwierdzono w 2011/2012 roku po mroźnej zimie u formy jarej wysianej w listopadzie.

Średnio w okresie badań obsada kłosów pszenicy ozimej była na podobnym statystycznie poziomie, choć o 41 – 51 szt. m⁻² większa, niż pszenicy jarej sianej wiosną w terminie optymalnym (rys. 7). Największą obsadę kłosów pszenicy jarej stwierdzono u roślin wysianych w optymalnym terminie wiosennym. Była ona większa o 53 szt. m⁻² od obsady pszenicy jarej wysianej w terminie opóźnionym i istotnie większa, o 79 szt. m⁻², niż sianej jesienią.

Tabela 8. Obsada kłosów (szt.m⁻²) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	529	457	-
ozima / 20-25 X	547	447	512
ozima / 5-10 XI	547	405	586
jara / 20-25 X	439	352	-
jara / 5-10 XI	455	409	283
jara / optymalny	456	440	487
jara / opóźniony	376	396	452
NIR _{p=0,05}	54,1	39,6	35,8



I – ozima / 20-25 X
 II – ozima / 5-10 XI
 III – jara / 5-10 XI
 IV – jara / optymalny
 V – jara / opóźniony

Rys. 7. Obsada kłosów pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.3.4. Liczba ziaren w kłosie

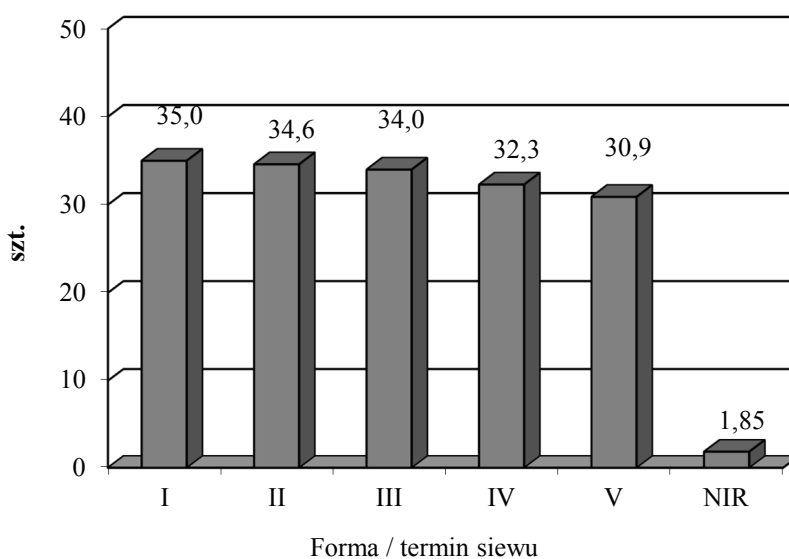
Kłosa o największej liczbie ziaren, w zależności od roku badań, wykształcała pszenica ozima siana w trzeciej dekadzie października – 2009/2011 i pierwszej dekadzie listopada – 2010/2011 oraz pszenica jara zasiana w listopadzie – 2011/2012 (tab. 9). Jednak kłosa niektórych roślin sianych w innych terminach nie różniły się istotnie liczbą ziaren. W pierwszym roku badań podobną liczbę ziaren w kłosie zawierała pszenica obu form wysiewana w październiku, a w 2011/2012 roku pszenica ozima – oba terminy siewu oraz jara wysiana wiosną w terminie optymalnym. Najmniej ziaren w kłosie miały na ogół rośliny pszenicy jarej sianej w terminie opóźnionym, choć różnica w stosunku do pozostałych terminów siewu obu form pszenicy w wielu przypadkach nie była istotna.

Średnio w trzyletnim okresie badań najwięcej ziaren w kłosie występowało u pszenicy ozimej sianej w październiku, choć obie formy pszenicy sianej w pierwszej dekadzie listopada zawierały podobną ich liczbę (rys. 8).

Istotnie mniej ziaren od pszenicy sianej jesienią zawierała pszenica wysiewana wiosną, zwłaszcza w terminie opóźnionym.

Tabela 9. Liczba ziaren w kłosie (szt.) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	42,1	32,8	-
ozima / 20-25 X	43,6	35,0	26,4
ozima / 5-10 XI	40,6	37,6	25,7
jara / 20-25 X	41,2	31,6	-
jara / 5-10 XI	40,9	33,8	27,3
jara / optymalny	38,4	33,3	25,3
jara / opóźniony	36,7	31,6	24,4
NIR $p=0,05$	2,62	2,29	2,30



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 8. Liczba ziaren w kłosie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

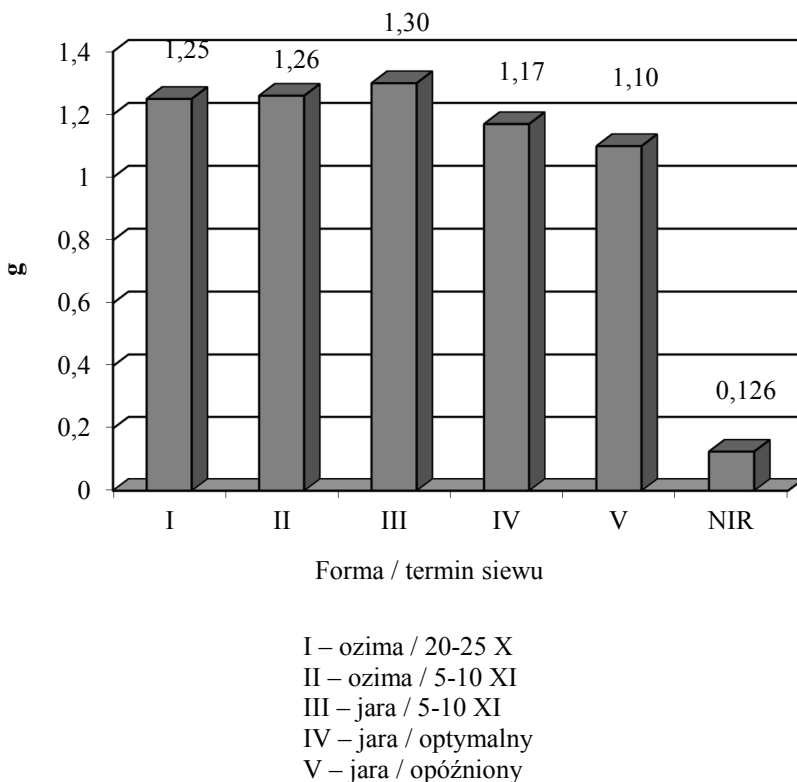
4.3.5. Masa ziarna z kłosa

Masa ziarna z kłosa obu form pszenicy w poszczególnych latach badań była silnie zróżnicowana. W pierwszym roku kłosa były największe, a masa ich ziarna pszenicy ozimej i jarej wysiewanej we wszystkich terminach jesiennych nie różniła się istotnie (tab. 10). Pszenica jara siana wiosną w terminie optymalnym wykształcała kłosa o podobnej masie ziaren jak obie formy pszenicy wysiewanej w późniejszych terminach jesiennych – przełom października i listopada. W drugim roku badań kłosa o największej masie ziarna miała pszenica ozima wysiewana w pierwszej dekadzie listopada. Ich masa nie różniła się jednak istotnie od pszenicy ozimej sianej w trzeciej dekadzie października. W 2011/2012 roku po mroźnej zimie pszenica wykształcała małe kłosa o masie ziarna mniejszej od 1,0 g. Tylko masa ziarna z kłosa pszenicy jarej wysianej w listopadzie była większa i wyniosła 1,19 g. W każdym roku opóźnienie siewu pszenicy jarej wiosną wpływało niekorzystnie na masę ziarna z kłosa, choć nie w stopniu istotnym w porównaniu z terminem optymalnym.

Przeciętnie w całym okresie badawczym nie stwierdzono istotnego zróżnicowania masy ziarna z kłosa obu form pszenicy wysiewanej jesienią (rys. 9). Jednocześnie masa ziarna z kłosa pszenicy jarej sianej w pierwszej dekadzie listopada była istotnie większa niż wysiewanej wiosną.

Tabela 10. Masa ziarna z kłosa (g) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	1,56	1,28	-
ozima / 20-25 X	1,42	1,38	0,95
ozima / 5-10 XI	1,45	1,50	0,85
jara / 20-25 X	1,41	1,09	-
jara / 5-10 XI	1,43	1,27	1,19
jara / optymalny	1,39	1,20	0,92
jara / opóźniony	1,26	1,17	0,86
NIR $p=0,05$	0,159	0,129	0,120



Rys. 9. Masa ziarna z kłosa pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.4. PLON ZIARNA

Plon ziarna pszenicy był istotnie zróżnicowany przez formę i termin jej siewu. Zależał również od roku badań (tab.11). Różnica plonów w pierwszym roku wyniosła $29,9 \text{ dt ha}^{-1}$, w drugim $15,4 \text{ dt ha}^{-1}$, a w trzecim $14,7 \text{ dt ha}^{-1}$.

W 2009/2010 roku najlepiej plonowała pszenica ozima siana najwcześniej, tj. w drugiej dekadzie października, a następnie forma ozima wysiewana w trzeciej dekadzie października i pierwszej dekadzie listopada (tab. 11). Plon pszenicy jarej wysiewanej jesienią i wiosną w terminie optymalnym był podobny, około 50 dt ha^{-1} , ale istotnie mniejszy niż pszenicy ozimej wysianej nawet w listopadzie. Opóźnienie terminu siewu pszenicy jarej wiosną o 7-10 dni spowodowało istotne, o około $10,0 \text{ dt ha}^{-1}$, zmniejszenie plonu ziarna w porównaniu z plonem pszenicy jarej wysianej w terminie optymalnym.

W drugim roku badań plon pszenicy ozimej, bez względu na termin siewu, wynosił około 50 dt ha^{-1} i był podobny do plonu pszenicy jarej wysianej jesienią w pierwszej dekadzie listopada oraz wiosną w terminie optymalnym (tab. 11). Istotnie gorzej od pszenicy ozimej oraz pszenicy jarej wysiewanej na wiosnę

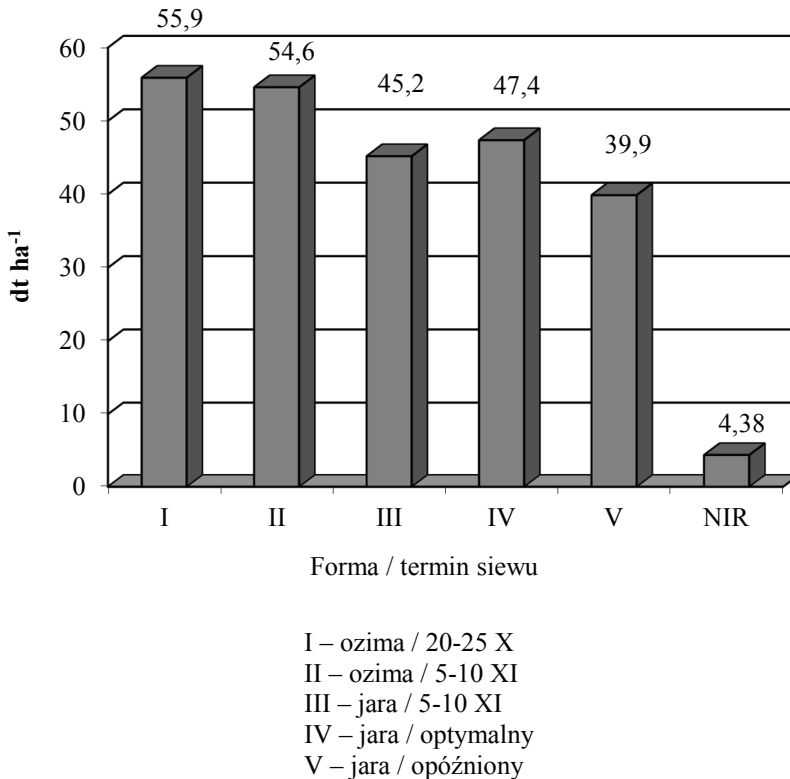
w terminie optymalnym, plonowała jara forma pszenicy, którą wysiano w październiku i opóźnionym terminie wiosennym.

Także w 2011/2012 r., w niekorzystnych warunkach termicznych zimą, największy plon ziarna uzyskano z uprawy pszenicy ozimej wysiewanej w ostatniej dekadzie października i pierwszej listopada (tab. 11). Istotnie gorzej plonowała pszenica jara, której plon przy siewie wiosną w terminie optymalnym był istotnie większy od plonu roślin wysianych w listopadzie oraz wiosną w terminie opóźnionym.

Plony ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w trzeciej dekadzie października i pierwszej listopada, średnio w trzech latach badań, wynosiły około 55 dt·ha⁻¹ i były istotnie większe od plonu pszenicy jarej wysiewanej zarówno jesienią, jak i wiosną (rys. 10). Plon pszenicy jarej sianej wiosną w terminie optymalnym nie różnił się od jej plonu z siewu jesiennego i był istotnie większy niż plon pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym.

Tabela 11. Plon ziarna (dt·ha⁻¹) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	72,8	50,2	-
ozima / 20-25 X	64,7	50,9	52,1
ozima / 5-10 XI	62,9	49,7	51,3
jara / 20-25 X	48,6	35,5	-
jara / 5-10 XI	52,6	45,4	37,8
jara / optymalny	52,6	46,4	43,3
jara / opóźniony	42,9	39,5	37,4
NIR _{p=0,05}	7,67	6,70	4,47



Rys. 10. Plon ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

Wkład w niewielki wzrost plonu pszenicy ozimej sianej w końcu października w porównaniu z sianą w pierwszej dekadzie listopada, o 1,3 dt ha⁻¹, tj. 2,4%, miała zwiększona masa tysiąca ziaren – 2,08 dt ha⁻¹ oraz liczba ziaren w kłosie – 1,22 dt ha⁻¹ przy jednoczesnym wkładzie obsady kłosów w zmniejszenie tego plonu o 2,00 dt ha⁻¹ (tab. 12). Mniejszy plon pszenicy jarej niż pszenicy ozimej sianej najwcześniej wynikał głównie z mniejszej obsady kłosów. Wkład tego elementu plonowania w bezwzględną różnicę plonu ziarna wyniósł od około 10 dt ha⁻¹ – pszenica jara siana jesienią i wiosną w terminie opóźnionym do 4,19 dt ha⁻¹ – pszenica jara siana w terminie optymalnym.

Wysiew pszenicy jarej jesienią spowodował wprawdzie zmniejszenie plonu ziarna o 4,6% w stosunku do pszenicy jarej zasianej wiosną w terminie optymalnym, ale był o 13,3% (tab. 12) większy niż pszenicy jarej zasianej wiosną w terminie opóźnionym. Wkład we wzrost plonu pszenicy jarej w terminie optymalnym miała głównie większa obsada kłosów. Zmniejszenie plonu pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym w porównaniu z sianą jesienią – 5,3 dt ha⁻¹ wynikało w największym stopniu z mniejszej liczby ziaren w kłosie – 5,13 dt ha⁻¹, a także z mniejszej masy tysiąca ziaren – 2,94 dt ha⁻¹.

Tabela 12. Wkład elementów plonowania w różnicę plonów pod wpływem opóźniania terminów siewu form pszenicy względem pierwszego terminu siewu pszenicy ozimej oraz pszenicy jarej sianej wiosną względem sianej jesienią

Forma / termin siewu	Różnica plonu		Wkład w różnicę bezwzględną (dt ha ⁻¹)			Wkład w różnicę względną (%)		
	bezwzględna (dt ha ⁻¹)	względna (%)	obk	lzk	mtz	obk	lzk	mtz
ozima / 20-25 X								
Ozima / 5-10 XI	1,3	2,4	-2,00	1,22	2,08	-3,7	2,2	3,8
jara / 5-10 XI	10,7	23,7	10,09	0,00	0,61	22,3	0,0	1,4
jara / optymalny	8,5	17,9	4,19	2,40	1,91	8,8	5,1	4,0
jara / opóźniony	16,0	40,1	9,31	3,63	3,06	23,3	9,1	7,7
jara / 5-10 XI								
jara / optymalny	-2,2	-4,6	-4,54	1,77	0,57	-9,57	3,7	1,2
jara / opóźniony	5,3	13,3	-2,77	5,13	2,94	-6,95	12,9	7,4

obk – obsada kłosów

lzk – liczba ziaren w kłosie

mtz – masa tysiąca ziaren

4.5. CECHY JAKOŚCI ZIARNA

4.5.1. Masa tysiąca ziaren

W pierwszym roku badań dorodność ziarna pszenicy wyrażona masą tysiąca sztuk niezależnie od jej formy i terminu siewu była podobna. Tylko masa tysiąca ziaren pszenicy ozimej wysianej najwcześniej, w drugiej dekadzie października, była istotnie większa od wartości tej cechy ziarna pszenicy jarej wysianej wiosną w terminie opóźnionym (tab. 13).

Masa tysiąca ziaren pszenicy uprawianej w drugim roku była bardziej zróżnicowana. Pszenica ozima wysiana najwcześniej miała masę tysiąca ziaren statystycznie podobną jak pszenica ozima siana w pozostałych terminach, ale istotnie większą niż pszenica jara wysiana zarówno jesienią jak i wiosną.

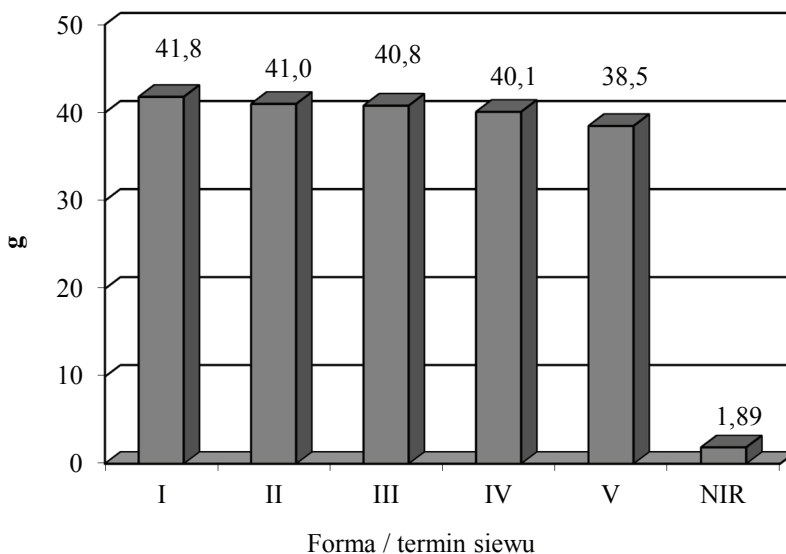
W 2011/2012 roku masa tysiąca ziaren pszenicy ozimej i jarej wysiewanej w poszczególnych terminach była na ogół mniejsza niż w pierwszych dwóch latach badań. Pod względem tej cechy ziarno pszenicy ozimej i jarej sianej jesienią w terminach umożliwiającym jej przetrwanie i pszenicy jarej sianej wiosną w terminie optymalnym nie różniło się istotnie. Masa tysiąca ziaren

pszenicy ozimej wysianej w trzeciej dekadzie października i jarej zasianej w listopadzie była natomiast istotnie większa niż pszenicy jarej wysianej wiosną w terminie opóźnionym.

Tabela 13. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	43,5	44,5	-
ozima / 20-25 X	41,5	43,7	40,2
ozima / 5-10 XI	42,0	42,8	38,3
jara / 20-25 X	41,7	39,0	-
jara / 5-10 XI	41,4	39,8	41,2
jara / optymalny	42,2	39,8	38,3
jara / opóźniony	39,8	39,0	36,7
NIR $p=0,05$	2,71	2,60	2,88

Średnio w trzyletnim okresie badań masa tysiąca ziaren pszenicy ozimej i jarej wysiewanej jesienią oraz pszenicy jarej sianej w terminie wiosennym optymalnym wynosiła od 40,1 g do 41,8 g i nie różniła się istotnie (rys. 11). Ziarno o najmniejszej masie tysiąca sztuk wykształciła pszenica jara wysiewana wiosną w terminie opóźnionym. Masa tysiąca jej ziaren była statystycznie podobna, choć o 1,6 g mniejsza, jak pszenicy jarej wysianej w terminie optymalnym oraz istotnie mniejsza niż pszenicy jarej i ozimej wysiewanej jesienią.



I – ozima / 20-25 X
 II – ozima 5-10 XI
 III – jara 5-10 XI
 IV – jara / optymalny
 V – jara / opóźniony

Rys. 11. Masa tysiąca ziaren pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu

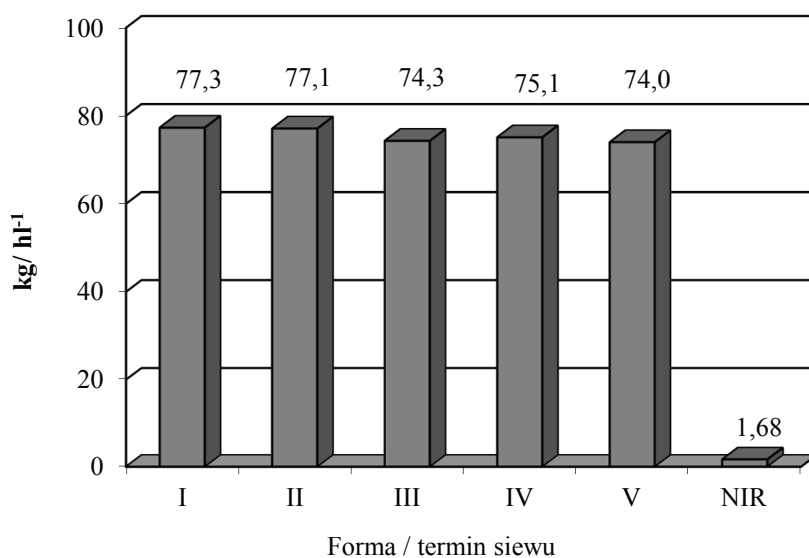
4.5.2. Gęstość ziarna w stanie zsypanym

Gęstość ziarna była zróżnicowana przez formę i termin siewu pszenicy w pierwszych dwóch latach badań. W 2011/2012 roku różnica gęstości ziarna wyniosła 3,0 kg hl⁻¹ i była nieistotna (tab. 14).

W roku 2009/2010 gęstość ziarna pszenicy ozimej w stanie zsypanym, niezależnie od terminu siewu, oraz pszenicy jarej sianej najwcześniej jesienią w trzeciej dekadzie października i wiosną w terminie optymalnym nie różniła się statystycznie (tab. 13). Z kolei w 2010/2011 roku podobną gęstość miało ziarno pszenicy ozimej sianej we wszystkich terminach i jarej sianej w terminie optymalnym. Ziarno o najmniejszej gęstości, w obu latach badań, miała pszenica jara wysiewana wiosną w terminie opóźnionym. Była ona jednak istotnie mniejsza tylko od gęstości ziarna pszenicy ozimej, niezależnie od terminu jej siewu.

Tabela 14. Gęstość ziarna ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	76,7	78,6	-
ozima / 20-25 X	77,2	77,9	76,7
ozima / 5-10 XI	76,1	78,0	77,1
jara / 20-25 X	74,0	74,9	-
jara / 5-10 XI	73,5	75,2	74,1
jara / optymalny	74,1	75,8	75,4
jara / opóźniony	72,6	74,4	75,0
NIR $p=0,05$	3,20	3,31	n.i.



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 12. Gęstość ziarna pszenicy w stanie zsypanym średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

Gęstość ziarna w stanie zsypanym pszenicy jarej sianej jesienią i wiosną, niezależnie od terminu, wynosiła średnio w trzech latach badań $74,0 - 75,1 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$ i nie różniła się istotnie. Wartość tej cechy pszenicy ozimej, $77,1 - 77,3 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$,

była większa niż pszenicy jarej. Jednocześnie opóźnienie terminu siewu pszenicy ozimej z trzeciej dekady października do pierwszej dekady listopada nie wpłynęło istotnie na gęstość ziarna (rys. 12).

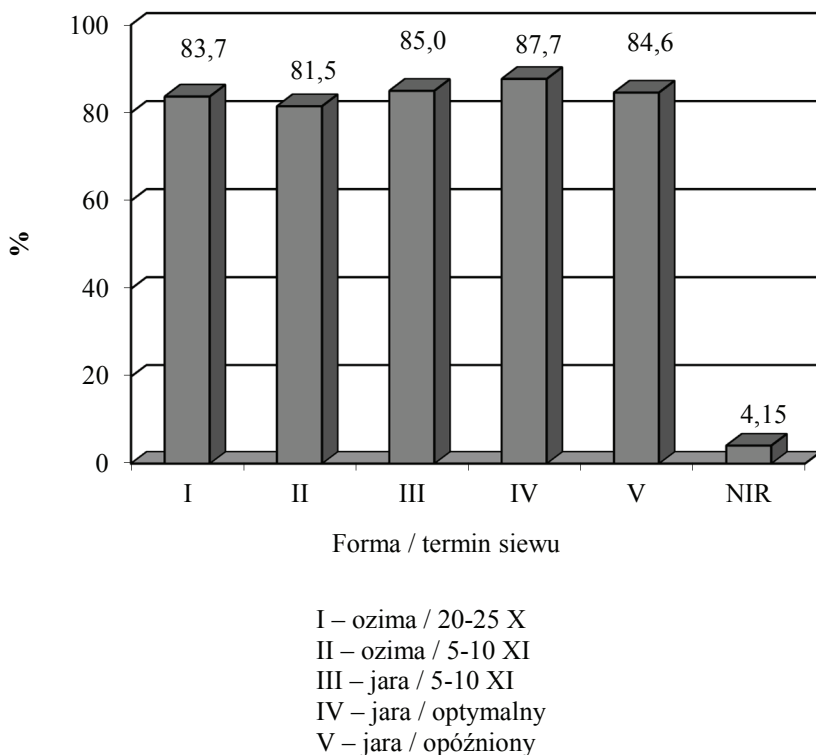
4.5.3. Wyrównanie ziarna

Wyrównanie ziarna pszenicy obu form wysiewanych w różnych terminach było silnie zróżnicowane w poszczególnych latach. W pierwszym roku wyrównanie ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w październiku oraz pszenicy jarej wysiewanej w terminach jesiennych przekroczyło 80%, ale było istotnie większe tylko od wyrównania ziarna pszenicy jarej zasianej wiosną w terminie opóźnionym. Wyrównanie ziarna pszenicy ozimej zasianej w pierwszej dekadzie listopada było natomiast mniejsze niż pszenicy ozimej wysianej w trzeciej dekadzie października i jarej w pierwszej dekadzie listopada (tab. 15).

W drugim i trzecim roku najbardziej wyrównane było ziarno pszenicy jarej, wysiewanej zwłaszcza wiosną. W roku 2010/2011 wyrównanie ziarna pszenicy jarej z siewu w terminie optymalnym było podobne jak sianej w terminie opóźnionym, a istotnie większe od ziarna obu form pszenicy sianej jesienią. Z kolei w 2011/2012 roku wyrównanie ziarna pszenicy jarej sianej wiosną, niezależnie od terminu, było takie samo jak sianej jesienią w pierwszej dekadzie listopada.

Tabela 15. Wyrównanie ziarna (%) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	80,2	84,0	-
ozima / 20-25 X	81,0	84,0	85,0
ozima / 5-10 XI	75,0	85,0	83,0
jara / 20-25 X	80,0	85,0	-
jara / 5-10 XI	81,0	84,0	89,0
jara / optymalny	79,0	91,0	92,0
jara / opóźniony	73,0	88,0	92,0
NIR $p=0,05$	5,44	4,19	4,51



Rys. 13. Wyrównanie ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

Na podstawie trzyletnich badań stwierdzono, że najbardziej wyrównane ziarno wytworzyła pszenica jara siana wiosną w terminie optymalnym. Jego wyrównanie – 87,7% było o 2,7 i 3,1 p.p. większe niż ziarna pszenicy jarej sianej odpowiednio w pierwszej dekadzie listopada i wiosną w terminie opóźnionym, a także o 4,0 p.p. większe od wyrównania ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w trzeciej dekadzie października. Różnice te nie były jednak istotne statystycznie. Gorzej wyrównane ziarno miała tylko pszenica ozima wysiana na początku listopada (rys. 13).

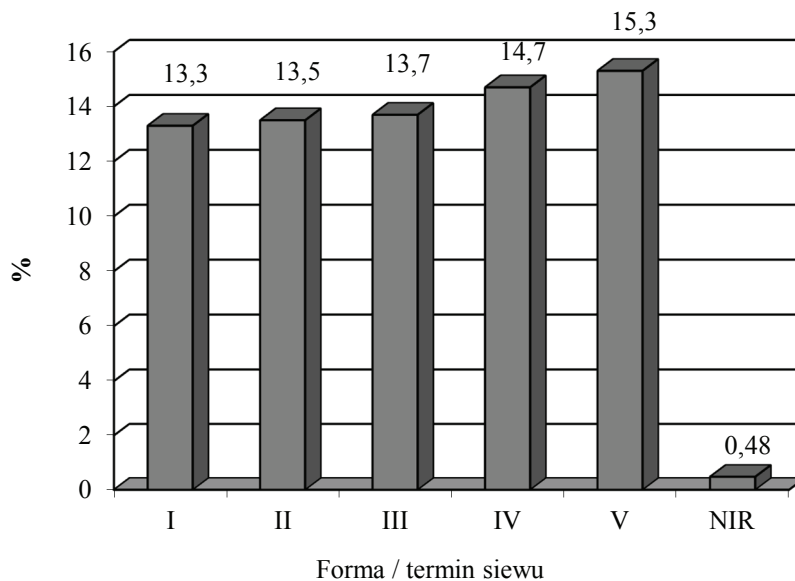
4.5.4. Zawartość białka ogólnego

Zawartość białka w ziarnie obu form pszenicy wysiewanej w różnych terminach była istotnie zróżnicowana w każdym roku. Ziarno pszenicy jarej sianej wiosną zawierało zawsze więcej białka niż ziarno pszenicy ozimej, z wyjątkiem 2011/2012 roku, także od ziarna pszenicy jarej wysiewanej jesienią (tab. 16). W pierwszych dwóch latach opóźnianie terminu siewu pszenicy ozimej powodowało zwiększanie zawartości białka w ziarnie, chociaż w 2009/2010 roku w stopniu nieistotnym statystycznie. W 2011/2012 roku,

po bardzo mroźnej zimie, zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej sianej najpóźniej w pierwszej dekadzie listopada, była istotnie mniejsza niż w sianej wcześniej, w trzeciej dekadzie października.

Tabela 16. Zawartość białka (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	13,0	14,1	-
ozima / 20-25 X	13,0	14,4	12,6
ozima / 5-10 XI	13,5	14,9	12,1
jara / 20-25 X	13,5	15,0	-
jara / 5-10 XI	13,4	14,7	13,0
jara / optymalny	14,6	16,0	13,4
jara / opóźniony	15,8	16,5	13,7
NIR $p=0,05$	0,72	0,55	0,43



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 14. Zawartość białka w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

Przeciętnie w całym okresie badań najwięcej białka, około 15%, zawierało ziarno pszenicy jarej wysiewanej wiosną, zwłaszcza w terminie opóźnionym (rys. 14). Zawartość białka w ziarnie pszenicy, niezależnie od jej formy, wysiewanej jesienią było istotnie mniejsze i wynosiło od 13,3% do 13,7%.

4.5.5. Zawartość glutenu mokrego

Największe zróżnicowanie zawartości glutenu mokrego w ziarnie obu form pszenicy wysiewanej w różnych terminach wystąpiło w pierwszym roku badań (tab. 17). Najwięcej glutenu w tym roku zawierało ziarno pszenicy jarej wysianej wiosną w terminie opóźnionym. Także ziarno jarej formy pszenicy, sianej wiosną w terminie optymalnym, zawierało więcej glutenu niż pszenic sianych jesienią. Spośród pszenic wysiewanych jesienią najwięcej glutenu mokrego stwierdzono w ziarnie formy ozimej sianej w pierwszej dekadzie listopada. Zawierało ono istotnie więcej tego składnika niż ziarno pszenicy ozimej wysiewanej najwcześniej i pszenicy jarej sianej na początku listopada.

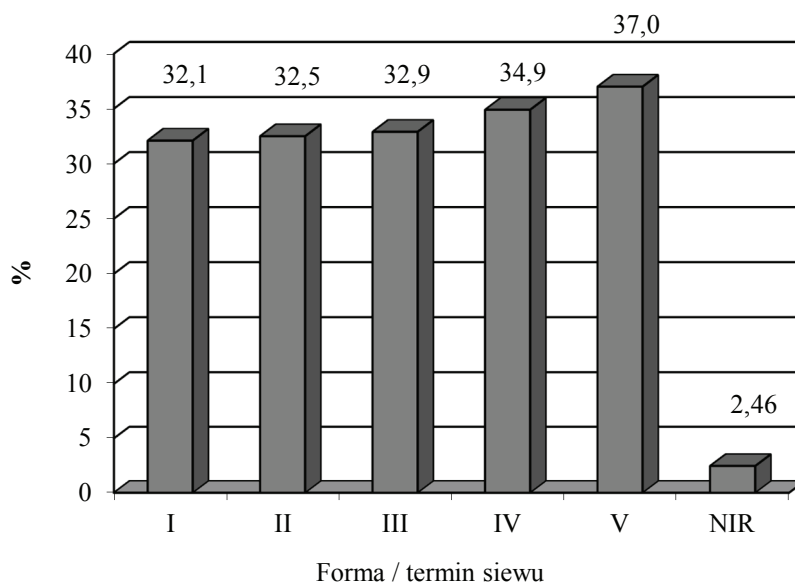
Zróżnicowanie terminu siewu pszenicy jarej wiosną w drugim roku badań nie wpłynęło w znaczącym stopniu na zawartość glutenu mokrego w ziarnie. Jednocześnie ziarno to zawierało istotnie więcej glutenu niż ziarno pszenic wysiewanych jesienią, z wyjątkiem pszenicy ozimej sianej w pierwszej dekadzie listopada.

W trzecim roku badań najwięcej glutenu mokrego stwierdzono w ziarnie pszenicy jarej zasianej w listopadzie, chociaż jego zawartość była podobna jak w ziarnie pszenicy jarej wysianej wiosną w terminie opóźnionym. Najmniej glutenu występowało w ziarnie pszenicy ozimej niezależnie od terminu siewu.

Zawartość glutenu w ziarnie pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym wyniosła średnio w trzech latach badań 37,0% i była nieistotnie, choć o 2,1 p.p. większa niż w ziarnie pszenicy jarej sianej w terminie optymalnym (rys. 15). Z kolei ziarno pszenicy jarej sianej wiosną w terminie optymalnym zawierało podobną ilość glutenu jak ziarno pszenicy jarej i ozimej wysiewanej jesienią w pierwszej dekadzie listopada, a istotnie więcej niż ziarno pszenicy ozimej wysiewanej wcześniej, tzn. w trzeciej dekadzie października.

Tabela 17. Zawartość glutenu mokrego (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	31,5	32,1	-
ozima / 20-25 X	33,5	33,2	29,7
ozima / 5-10 XI	34,0	34,5	28,9
jara / 20-25 X	33,3	33,4	-
jara / 5-10 XI	31,0	33,3	34,3
jara / optymalny	36,5	35,7	32,5
jara / opóźniony	41,0	36,5	33,4
NIR $p=0,05$	2,39	2,07	1,58



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 15. Zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.5.6. Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego

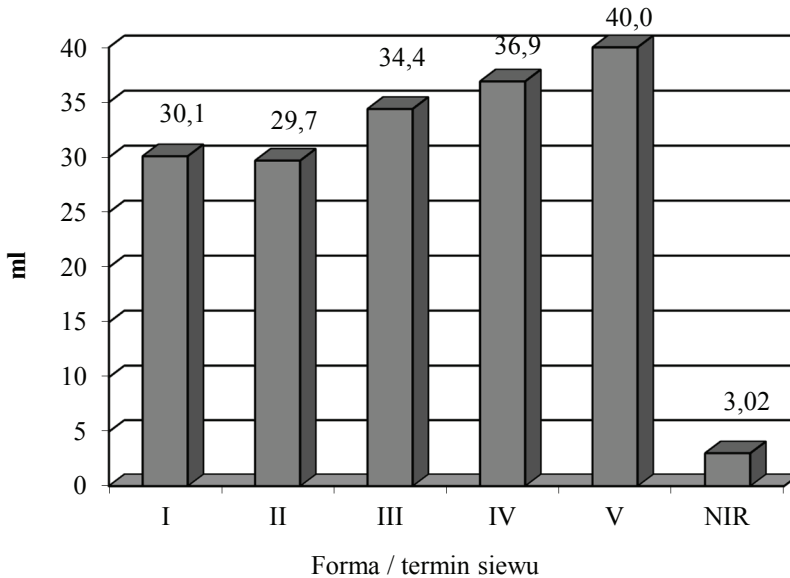
W każdym roku badań największym wskaźnikiem sedymentacji charakteryzowało się ziarno pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym. Jego wartość w 2009/2010 roku była istotnie, a w latach 2010/2011 i 2011/2012 nieistotnie większa niż wskaźnika sedymentacji ziarna pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie optymalnym (tab. 18).

Opóźnianie terminu siewu pszenicy ozimej w pierwszych dwóch latach powodowało na ogół zwiększanie wartości wskaźnika sedymentacji ziarna, chociaż nie w każdym przypadku w stopniu statystycznie istotnym. W roku 2011/2012 wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w listopadzie był natomiast istotnie mniejszy niż sianej w październiku.

Ziarno pszenicy jarej sianej jesienią w pierwszym roku badań charakteryzowało się większą wartością wskaźnika sedymentacji niż ziarno pszenicy ozimej, ale mniejszą niż pszenicy jarej sianej wiosną, zwłaszcza w terminie opóźnionym. W drugim roku podobną zależność wartości wskaźnika sedymentacji ziarna od formy i terminu siewu pszenic stwierdzono u pszenicy jarej wysiewanej w pierwszej dekadzie listopada. W 2011/2012 roku wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy jarej sianej jesienią był podobny jak sianej wiosną, ale istotnie większy niż ziarna pszenicy ozimej.

Tabela 18. Wskaźnik sedymentacji (ml) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	27,8	29,2	-
ozima / 20-25 X	27,2	32,0	31,2
ozima / 5-10 XI	30,1	32,5	26,5
jara / 20-25 X	34,8	33,8	-
jara / 5-10 XI	33,2	35,1	35,0
jara / optymalny	37,3	38,8	34,5
jara / opóźniony	44,2	40,5	35,2
NIR $p=0,05$	2,95	2,10	2,47



I – ozima / 20-25 X
 II – ozima / 5-10 XI
 III – jara / 5-10 XI
 IV – jara / optymalny
 V – jara / opóźniony

Rys. 16. Wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu

Na podstawie trzyletnich badań stwierdzono, że wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy jarej był większy niż pszenicy ozimej. Największą wartość osiągnął w odniesieniu do ziarna pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym – 40 ml (rys. 16). Wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy jarej sianej jesienią, choć mniejszy o 2,5 ml, nie różnił się istotnie od wskaźnika ziarna pszenicy tej formy sianej wiosną w terminie optymalnym, a jednocześnie był większy od wskaźnika sedymentacji ziarna pszenicy ozimej.

4.5.7. Szklistość ziarna

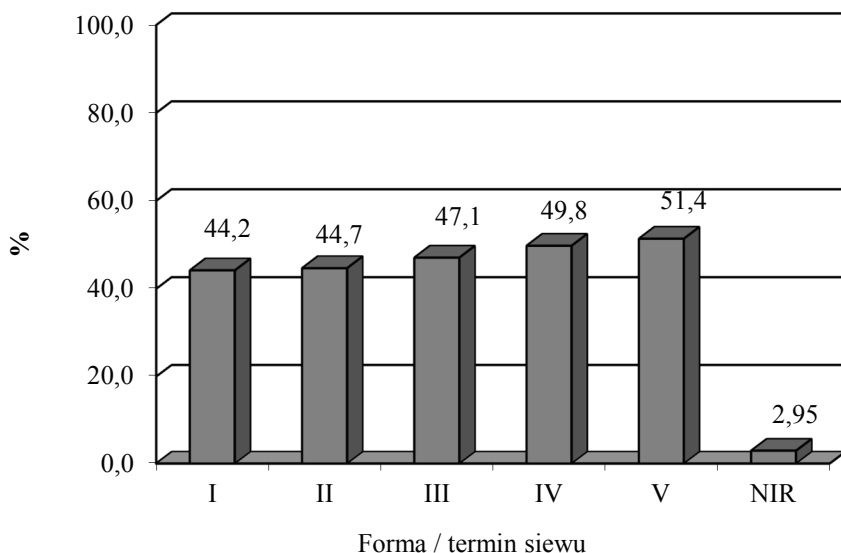
Ziarno pszenicy jarej, zwłaszcza sianej wiosną, było na ogół bardziej szkliste niż pszenicy ozimej. Jednak istotność oraz wielkość wpływu formy i terminu siewu na tę cechę ziarna zależała od roku badań (tab. 19). Siew pszenicy jarej wiosną, w porównaniu z jesiennym siewem spowodował zwiększenie szklistości jej ziarna w stopniu statystycznie istotnym tylko w pierwszym roku. W 2009/2010 roku ziarno pszenicy jarej sianej jesienią, niezależnie od terminu siewu, charakteryzowało się tylko nieznacznie (nieistotna statystycznie) większą

szklistością od ziarna pszenicy ozimej. W 2011/2012 roku szklistość ziarna pszenicy jarej sianej w listopadzie była podobna jak pszenicy sianej wiosną, ale większa od szklistości ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w trzeciej dekadzie października.

Tabela 19. Szklistość (%) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	45,8	44,0	-
ozima / 20-25 X	45,5	43,8	43,3
ozima / 5-10 XI	46,8	43,8	43,5
jara / 20-25 X	48,5	43,5	-
jara / 5-10 XI	49,5	43,8	48,0
jara / optymalny	55,0	47,0	47,5
jara / opóźniony	55,5	48,3	50,5
NIR p=0,05	5,28	n.i.	4,55

Średnio w trzyletnim okresie badań zróżnicowanie szklistości ziarna w zależności od formy i terminu siewu pszenicy wyniosło od 44,2% do 51,4% (rys. 17). Najbardziej szkliste było ziarno pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym. Szklistość ziarna pszenicy jarej wysiewanej w terminie optymalnym była na podobnym poziomie jak sianej w terminie opóźnionym i jesienią w listopadzie, ale istotnie większa od szklistości ziarna pszenicy ozimej. Szklistości ziarna ozimej formy pszenicy była mniejsza o 2,4 – 2,9 p.p. od szklistości ziarna pszenicy jarej wysiewanej w pierwszej dekadzie listopada. Różnica ta nie przekroczyła jednak progu statystycznej istotności.



I – ozima / 20-25 X
 II – ozima / 5-10 XI
 III – jara / 5-10 XI
 IV – jara / optymalny
 V – jara / opóźniony

Rys. 17. Szklistość ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

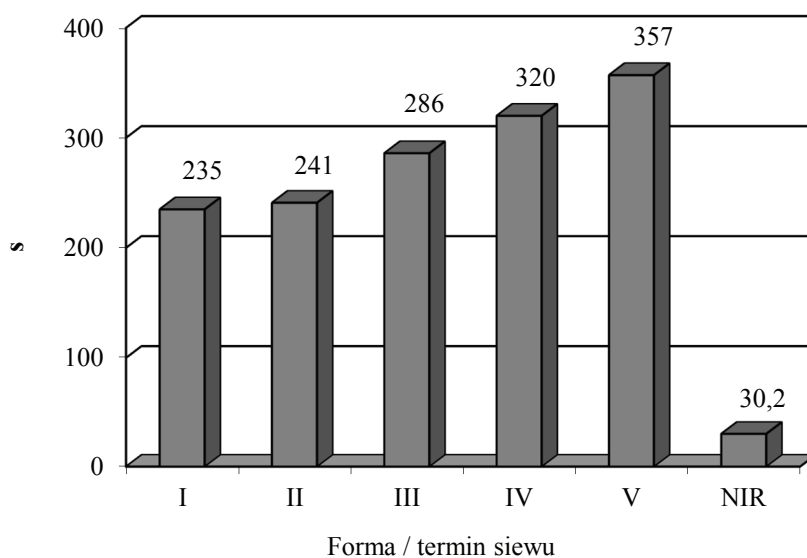
4.5.8. Liczba opadania

W każdym roku badań liczba opadania ziarna pszenicy jarej, niezależnie od terminu jej siewu, była większa niż pszenicy ozimej (tab. 20). W 2009/2010 roku największą liczbą opadania charakteryzowało się ziarno pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym. Liczba opadania pszenicy jarej sianej w terminie optymalnym była natomiast istotnie większa niż sianej jesienią w październiku lub listopadzie. W drugim roku liczba opadania tego ziarna była również mniejsza niż pszenicy jarej sianej w terminie opóźnionym, ale taka sama jak pszenicy jarej sianej jesienią. W ostatnim roku badań ziarno pszenicy jarej z obu wiosennych terminów siewu nie różniło się liczbą opadania i miało większą wartość tej cechy od ziarna pszenicy jarej sianej jesienią.

Liczba opadania ziarna pszenicy ozimej wysiewanej w październiku i listopadzie nie różniła się istotnie. Tylko w roku 2009/2011 ziarno pszenicy ozimej sianej w trzeciej dekadzie października charakteryzowało się istotnie mniejszą liczbą opadania niż sianej o dekadę wcześniej.

Tabela 20. Liczba opadania (s) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	230	242	-
ozima / 20-25 X	207	246	252
ozima / 5-10 XI	225	254	243
jara / 20-25 X	268	292	-
jara / 5-10 XI	265	288	306
jara / optymalny	298	303	360
jara / opóźniony	362	358	350
NIR p=0,05	22,1	25,8	18,8



- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 18. Liczba opadania ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu

Podobnie jak w poszczególnych latach, również średnio w całym okresie badań liczba opadania ziarna pszenicy jarej była większa niż ozimej (rys. 18). Wraz z opóźnianiem terminu siewu pszenicy jarej, rozpoczynając od pierwszej

dekady listopada do wiosny, zwiększała się istotnie wartość liczby opadania ziarna po zbiorze. Liczba opadania ziarna pszenicy ozimej, wynosząca średnio dla obu terminów siewu 238 s, była mniejsza od wartości tej cechy ziarna pszenicy jarej wysiewanej również jesienią o 48 s oraz wysiewanej wiosną w terminie optymalnym i opóźnionym, odpowiednio o 82 s i 119 s.

4.5.9. Zawartość popiołu

Forma i termin siewu pszenicy istotnie wpłynęły na zawartość popiołu w ziarnie w dwóch z trzech lat badań (tab. 21). W 2009/2010 roku najwięcej popiołu zawierało ziarno pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym, a istotnie mniej ziarno obu form pszenicy sianej jesienią niezależnie od terminu. Najmniej popiołu stwierdzono w ziarnie pszenicy ozimej sianej w trzeciej dekadzie października, chociaż jego zawartość w ziarnie pszenicy ozimej zasianej dekadę wcześniej była podobna.

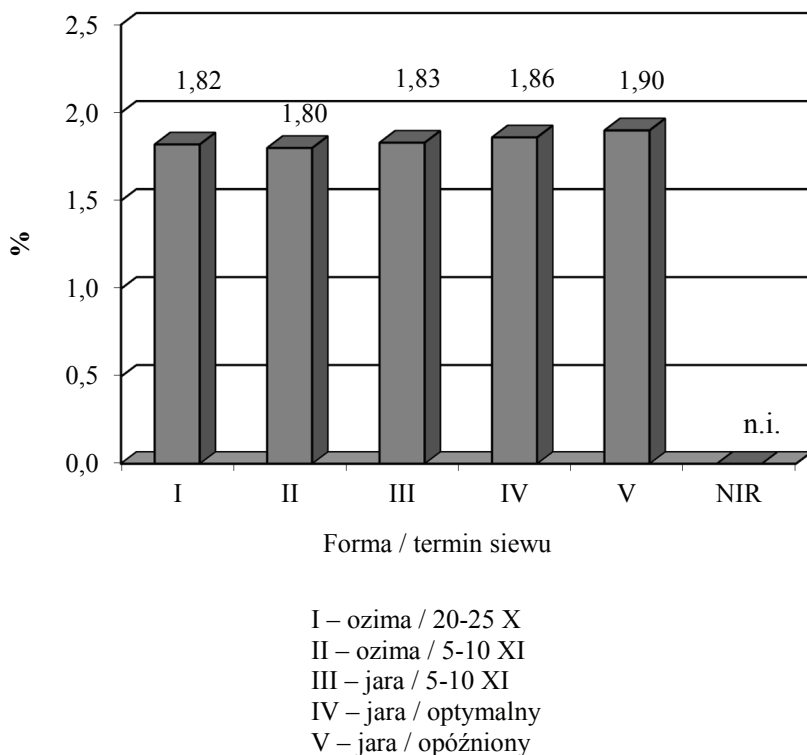
Z kolei w ostatnim roku badań, z bardzo mroźną zimą, właśnie ziarno pszenicy ozimej, wysianej w końcu października, zawierało najwięcej popiołu. Zawartość ta była istotnie większa niż w ziarnie pszenicy ozimej sianej w pierwszej dekadzie listopada i pszenicy jarej wysianej wiosną w terminie opóźnionym.

W 2010/2011 roku zawartość popiołu w ziarnie obu form pszenicy sianej w różnych terminach wynosiła od 1,84% do 2,00% i nie różniła się istotnie. Stwierdzono tylko tendencję wzrostu zawartości popiołu w ziarnie pszenicy jarej wysianej coraz później od jesieni do wiosny, zwłaszcza w terminie opóźnionym.

Średnio w trzech latach badań zróżnicowanie zawartości popiołu w ziarnie pszenicy w zależności od formy i terminu jej siewu wyniosło od 1,80% do 1,90%, było więc niewielkie i nieistotne statystycznie (rys. 19). Stwierdzona tendencja wskazuje tylko na nieco większą zawartość popiołu w ziarnie pszenicy jarej, zwłaszcza sianej wiosną w terminie opóźnionym, niż w ziarnie pszenicy ozimej.

Tabela 21. Zawartość popiołu (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu

Forma / termin siewu	Rok badań		
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
ozima / 10-15 X	1,79	1,91	-
ozima / 20-25 X	1,73	1,91	1,82
ozima / 5-10 XI	1,88	1,90	1,62
jara / 20-25 X	1,87	1,84	-
jara / 5-10 XI	1,86	1,89	1,75
jara / optymalny	1,97	1,94	1,67
jara / opóźniony	2,06	2,00	1,65
NIR p=0,05	0,125	n.i.	0,163



Rys. 19. Zawartość popiołu w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.5.10. Korelacje pomiędzy plonem a cechami jakości ziarna oraz pomiędzy cechami jakości

Analiza korelacji prostej wskazuje na liczne związki między plonem a cechami jakości ziarna. Korelacja tych cech była jednak na ogół różna dla poszczególnych form i terminów siewu pszenicy (tab. 22). W żadnym przypadku nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy plonem a gęstością ziarna w stanie zsypanym oraz zawartością białka w ziarnie. Wyrównanie ziarna obu form pszenicy sianej w każdym terminie było natomiast ujemnie skorelowane z plonem. Ujemną korelację stwierdzono również, z wyjątkiem pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym, pomiędzy plonem a liczbą opadania.

Większy plon związany był z większą masą tysiąca ziaren, ale tylko pszenicy jarej sianej wiosną, szczególnie w terminie optymalnym. Wraz ze wzrostem plonu pszenicy jarej sianej jesienią zmniejszały się zawartość glutenu w ziarnie i wskaźnik sedymentacji, a u pszenicy sianej wiosną, szczególnie w terminie opóźnionym, zależność była odwrotna. Wraz ze wzrostem plonu pszenicy jarej sianej wiosną zwiększała się również szklistość ziarna.

Tabela 22. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem a cechami jakości ziarna pszenicy w zależności od formy i terminu jej siewu

Cecha ziarna	ozima / 20-25 X	ozima / 5-10 XI	jara / 5-10 XI	jara / optimalny	jara / opóźniony
Masa tysiąca ziaren	n.i.	n.i.	n.i.	0,81	0,64
Gęstość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Wyrównanie ziarna	-0,71	-0,91	-0,74	-0,76	-0,72
Zawartość białka	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Zawartość glutenu	n.i.	n.i.	-0,70	0,59	0,60
Wskaźnik sedymentacji	-0,89	n.i.	-0,79	n.i.	0,69
Szkliwość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	0,79	0,70
Liczba opadania	-0,78	-0,78	-0,87	-0,59	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	n.i.	n.i.	0,70	n.i.

Tabela 23. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy cechami jakości ziarna pszenicy w zależności od formy i terminu jej siewu

Cecha ziarna	ozima / 20-25 X	ozima / 5-10 XI	jara / 5-10 XI	jara / optimalny	jara / opóźniony
Masa tysiąca ziaren					
Gęstość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Wyrównanie ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	-0,75	-0,65
Zawartość białka	0,79	0,81	n.i.	n.i.	0,66
Zawartość glutenu	0,63	0,86	n.i.	0,77	0,69
Wskaźnik sedymentacji	n.i.	0,84	n.i.	n.i.	0,71
Szkliwość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	0,72	n.i.
Liczba opadania	n.i.	n.i.	n.i.	-0,70	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	0,87	n.i.	0,70	0,64
Gęstość ziarna					
Wyrównanie ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Zawartość białka	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Zawartość glutenu	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	-0,78
Wskaźnik sedymentacji	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	-0,73
Szkliwość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Liczba opadania	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	-0,58
Zawartość popiołu	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

cd. tabeli 23

Wyrównanie ziarna					
Zawartość białka	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Zawartość glutenu	-0,58	n.i.	0,70	-0,59	-0,91
Wskaźnik sedymentacji	0,65	n.i.	n.i.	n.i.	-0,81
Szkliistość ziarna	n.i.	-0,68	n.i.	-0,72	-0,80
Liczba opadania	0,66	0,92	0,81	0,59	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	n.i.	-0,58	n.i.	-0,69
Zawartość białka					
Zawartość glutenu	0,62	0,86	n.i.	0,66	0,59
Wskaźnik sedymentacji	n.i.	0,94	n.i.	0,86	0,75
Szkliistość ziarna	n.i.	n.i.	-0,74	n.i.	n.i.
Liczba opadania	n.i.	n.i.	n.i.	-0,76	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	0,80	n.i.	0,69	0,86
Zawartość glutenu					
Wskaźnik sedymentacji	n.i.	0,85	0,70	0,83	0,91
Szkliistość ziarna	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Liczba opadania	n.i.	n.i.	0,831	-0,851	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	0,81	n.i.	0,84	0,84
Wskaźnik sedymentacji					
Szkliistość ziarna	n.i.	n.i.	-0,58	n.i.	n.i.
Liczba opadania	0,82	n.i.	0,81	-0,78	0,64
Zawartość popiołu	n.i.	0,75	n.i.	0,77	0,86
Szkliistość ziarna					
Liczba opadania	n.i.	-0,66	n.i.	n.i.	n.i.
Zawartość popiołu	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Liczba opadania					
Zawartość popiołu	n.i.	n.i.	n.i.	-0,80	n.i.

Masa tysiąca ziaren pszenicy ozimej i jarej wysiewanej wiosną była zazwyczaj dodatnio skorelowana z zawartością białka, glutenu i popiołu w ziarnie. Podobny związek występował ze wskaźnikiem sedymentacji, ale tylko dla późnych terminów siewu obu form pszenicy (tab. 23). Wyrównanie ziarna pszenicy jarej sianej wiosną zmniejszało się wraz ze wzrostem masy tysiąca ziaren. Nie stwierdzono natomiast związku pomiędzy masą tysiąca ziaren pszenicy jarej wysiewanej w listopadzie a wielkością innych cech jakości jej ziarna. W przypadku tej formy pszenicy dodatnio korelowały, m.in. zawartość glutenu z wyrównaniem ziarna i wskaźnikiem sedymentacji oraz liczba opadania

z wyrównaniem ziarna, zawartością glutenu i wskaźnikiem sedymentacji. Z kolei ujemnie korelowało wyrównanie ziarna z zawartością popiołu oraz szklistość ziarna z zawartością białka i wskaźnikiem sedymentacji.

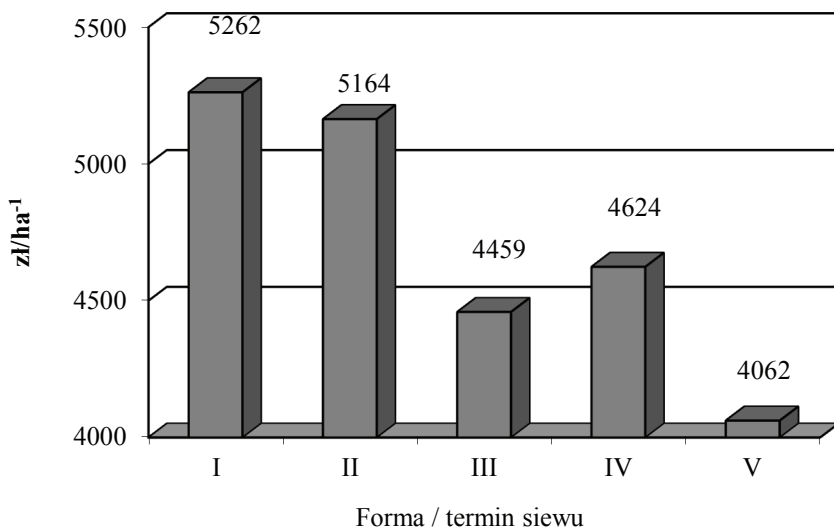
Stwierdzono również – chociaż z pewnymi wyjątkami dotyczącymi niektórych terminów siewu pszenicy ozimej i jarej – dodatnie związki pomiędzy: zawartością białka i glutenu, zawartością glutenu a wskaźnikiem sedymentacji, oraz zawartością białka i glutenu a zawartością popiołu.

4.6. RACHUNEK EKONOMICZNY

4.6.1. Nadwyżka bezpośrednia uprawy pszenicy ozimej i jarej

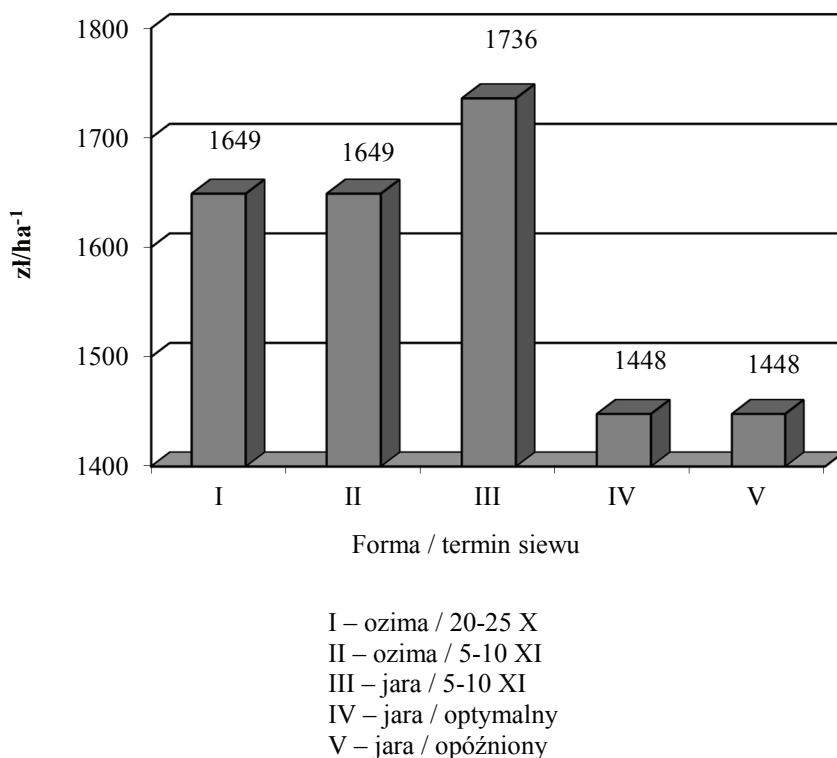
Wartość produkcji 1 ha pszenicy, na którą składała się wartość ziarna, dopłaty JPO, UPO oraz dopłata do zakupu kwalifikowanego materiału siewnego wyniosła od 5262 do 4062 zł. Największą wartość, ponad 5000 zł, osiągnięto z uprawy pszenicy ozimej, natomiast najmniejszą z uprawy pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie opóźnionym (rys. 20). Wartość produkcji pszenicy jarej wysianej jesienią w pierwszej dekadzie listopada była o prawie 200 zł mniejsza niż sianej wiosną w terminie optymalnym i o około 700 zł mniejsza od pszenicy ozimej wysiewanej jesienią w tym samym terminie.

Uprawa pszenicy jarej wysiewanej jesienią generowała największe koszty bezpośrednie (rys. 21). Były one o około 100 zł \cdot ha⁻¹ większe niż koszty bezpośrednie uprawy pszenicy ozimej i o 300 zł \cdot ha⁻¹ większe od kosztów produkcji pszenicy jarej wysiewanej wiosną.



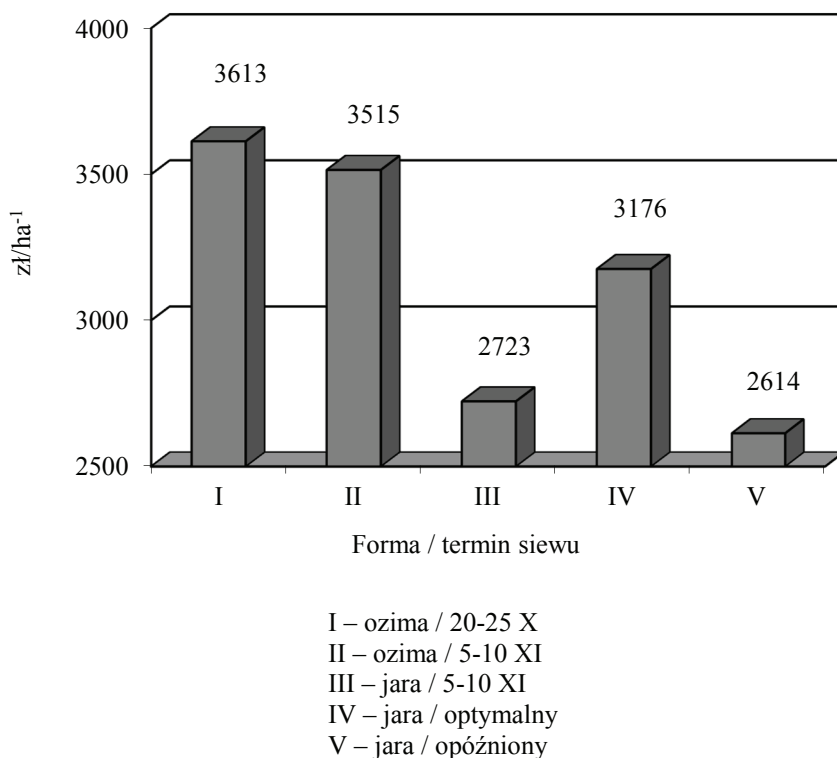
- I – ozima / 20-25 X
- II – ozima / 5-10 XI
- III – jara / 5-10 XI
- IV – jara / optymalny
- V – jara / opóźniony

Rys. 20. Wartość produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu



Rys. 21. Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

Największą nadwyżkę bezpośrednią osiągnięto z uprawy pszenicy ozimej wysiewanej w ostatniej dekadzie października lub pierwszej listopada. Wyniosła ona odpowiednio 3613 i 3515 zł/ha⁻¹ (rys. 22). Mniejszą nadwyżkę bezpośrednią o 437 i 339 zł/ha⁻¹ uzyskano z uprawy pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie optymalnym. Efekt ekonomiczny uprawy pszenicy jarej wysiewanej w listopadzie był mniejszy średnio od uprawy pszenicy ozimej o 841 zł/ha⁻¹ i pszenicy jarej wysiewanej w terminie optymalnym o 453 zł/ha⁻¹, a o około 100 zł/ha⁻¹ większy niż z uprawy pszenicy jarej sianej wiosną w terminie opóźnionym.

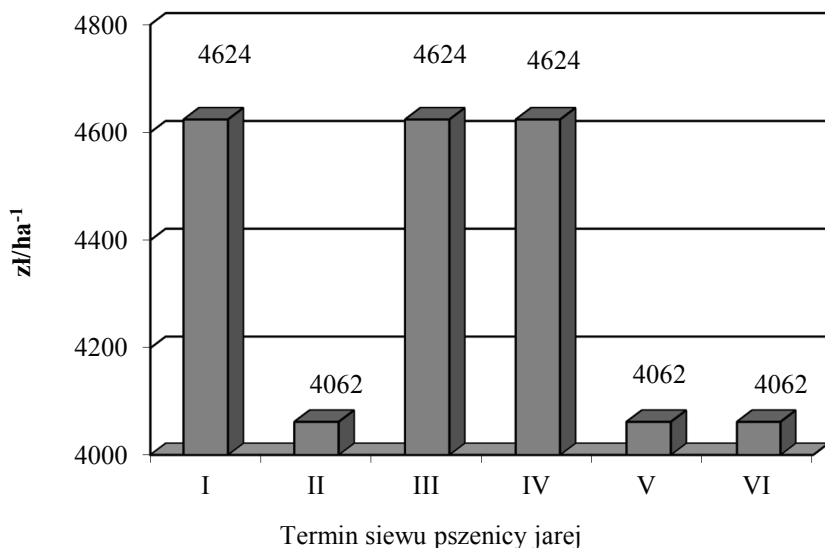


Rys. 22. Nadwyżka bezpośrednia produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu

4.6.2. Kalkulacja nadwyżki bezpośredniej uprawy pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych

Zakładając, co potwierdziły badania, że ryzyko wymarznienia pszenicy sianej w późnych terminach jesiennych jest duże, wykonano symulację wyniku ekonomicznego uprawy pszenicy jarej przesiewanej wiosną po wymarznieniu pszenicy ozimej i jarej w porównaniu z pszenicą jarą sianą wiosną w terminie optymalnym i opóźnionym. Przesiew wiązał się z koniecznością ponownego zakupu materiału siewnego, wykonania wiosną powierzchniowej uprawy roli oraz uwzględnienia w kosztach herbicydu stosowanego jesienią.

Przyjmując, że w tych warunkach plon pszenicy przesiewanej będzie taki sam jak pszenicy jarej wysiewanej wiosną odpowiednio w terminie optymalnym lub opóźnionym po przygotowaniu stanowiska jesienią, wartość produkcji pszenicy wyniosłaby od 4062 do 4624 zł/ha⁻¹ (rys. 23). Produkcję o największej wartości uzyskano by przy dotrzymaniu optymalnego terminu siewu.

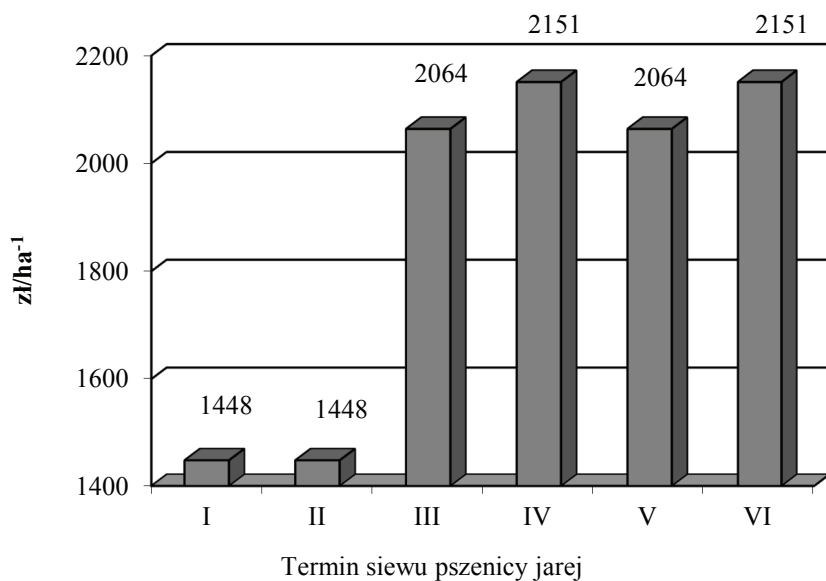


- I – jara / optymalny
- II – jara / opóźniony
- III – jara / optymalny po ozimej
- IV – jara / optymalny po jarej sianej jesienią
- V – jara / opóźniony po ozimej
- VI – jara / opóźniony po jarej sianej jesienią

Rys. 23. Wartość produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych

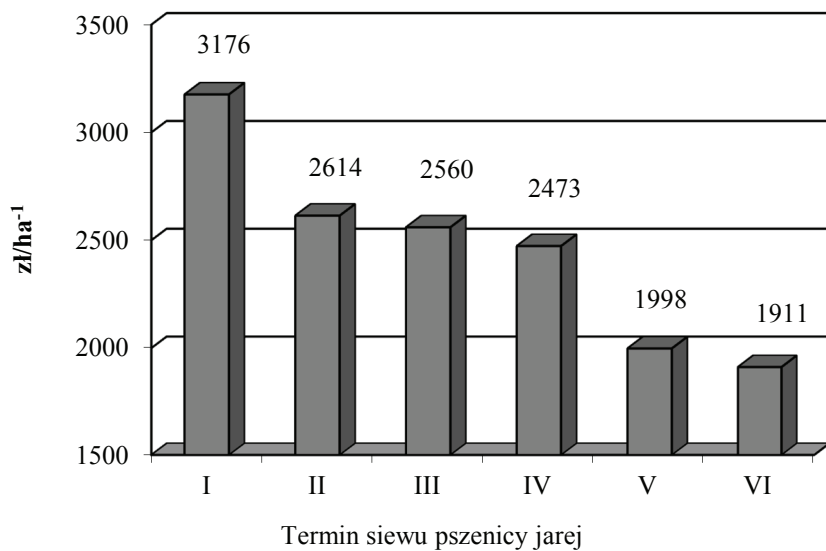
Przesiew pszenicy znacznie zwiększa koszty bezpośrednie jej uprawy. W stanowiskach po zlikwidowanej pszenicy ozimej wzrosłyby one z 1448 do 2064 zł/ha⁻¹, a po pszenicy jarej sianej jesienią do 2151 zł/ha⁻¹ (rys. 24).

Efekt ekonomiczny przesiewu pszenicy byłby gorszy niż pszenicy jarej wysiewanej nawet w terminie opóźnionym. Nadwyżka bezpośrednia z uprawy pszenicy jarej zasianej w terminie optymalnym, ale przesianej w stanowisku po pszenicy ozimej byłaby mniejsza o 616 zł/ha⁻¹ od nadwyżki z uprawy pszenicy jarej w stanowisku przygotowanym jesienią, a zasianej wiosną w terminie optymalnym, i o 54 zł/ha⁻¹ od zasianej w terminie opóźnionym (rys. 25). Zmniejszenie nadwyżki bezpośredniej o kolejne blisko 100 zł/ha⁻¹ wystąpiłoby przy przesiewie pszenicy w stanowisku po pszenicy jarej wysiewanej jesienią. W przypadku przesiewu pszenicy i opóźnienia jej siewu wiosną nadwyżka bezpośrednia wyniosłaby niecałe 2000 zł/ha⁻¹.



- I – jara / optymalny
- II – jara / opóźniony
- III – jara / optymalny po ozimej
- IV – jara / optymalny po jarej sianej jesienią
- V – jara / opóźniony po ozimej
- VI – jara / opóźniony po jarej sianej jesienią

Rys. 24. Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych



- I – jara / optymalny
- II – jara / opóźniony
- III – jara / optymalny po ozimej
- IV – jara / optymalny po jarej sianej jesienią
- V – jara / opóźniony po ozimej
- VI – jara / opóźniony po jarej sianej jesienią

Rys. 25. Nadwyżka bezpośrednia produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych

5. DYSKUSJA WYNIKÓW

Jednym ze skutków siewu roślin ozimych w terminach opóźnionych są gorsze wschody. W wyniku obniżającej się temperatury powietrza i gleby, jak również pogarszających się często warunków wodnych wydłużają się okresy siew – kiełkowanie oraz kiełkowanie – wschody, a wschody są niepełne i nierównomierne. Na ważną rolę temperatury i wilgotności gleby w kiełkowaniu nasion, wschodach i początkowym wzroście roślin wskazują wyniki wielu badań modelowych, w tym również pszenicy [Hakanssona i in. 2011, Wuest i Lutcher 2012]. Duży wpływ na tempo wschodów i połowę zdolność wschodów ma zatem przebieg pogody. W niektórych latach, gdy jesień jest długa i ciepła wschody roślin późno wysianych mogą być podobne do tych z siewu w terminie optymalnym. W latach o małej lub nadmiernej wilgotności gleby oraz szybkim spadku temperatury obsada roślin po wschodach znacznie odbiega od wynikającej z gęstości siewu. Siewki są małe i nie gwarantują dobrego przezimowania. W badaniach Podolskiej i Wyzińskiej [2011] opóźnienie o 4 tygodnie terminu siewu pszenicy ozimej w roku o korzystnym układzie czynników meteorologicznych dla wegetacji roślin jesienią spowodowało wydłużenie okresu od siewu do wschodów tylko o 5 dni. W roku, gdy październik obfitował w opady, a temperatura powietrza była niska opóźnienie terminu siewu pszenicy ozimej spowodowało wydłużenie okresu siew – wschody o 17 dni. Nie mniej ważny jest przebieg pogody dla wschodów i początkowego wzrostu roślin sianych wiosną. Badania północno amerykańskie [Wang i in. 2009] wskazują, że zróżnicowanie długości okresu od siewu do wschodów pszenicy jarej może wynosić od 5 do 39 dni.

W badaniach własnych pszenica wysiewana w październiku, niezależnie od formy, we wszystkich latach wschodziła w ponad 80%, ale już wschody roślin z ziarna wysiewanego na początku listopada zależały silnie od przebiegu pogody. W roku, gdy gleba po siewie była bardzo wilgotna, a temperatura w listopadzie i grudniu szybko się obniżała rośliny tylko w niewielkim odsetku weszły przed zimą. Badania pokazały jednak, że mogą one wschodzić wczesną wiosną, gdyż obsada roślin na początku okresu wiosennej wegetacji wynosiła około 400 szt./m². Możliwość wschodów pszenicy w okresach ociepleń zimowych i wczesną wiosną jest podkreślana przez zwolenników jej późnojesiennych siewów, choć w integrowanej uprawie kwestionowana [Korbas i Mrówczyński 2011], ponieważ nie w każdych warunkach wysiane lub kiełkujące ziarno zachowuje żywotność. Także zimowanie młodych roślin, które nie osiągnęły odpowiedniej fazy rozwojowej i nie przeszły właściwego hartowania jest słabe. Na istotną rolę uwarunkowań fizjologiczno-biochemicznych, w tym hartowania siewek, w kształtowaniu mrozoodporności pszenicy wskazują Gut [2000] oraz Gut i in. [1993]. Wobec powyższego za anormalną można uznać sytuację w 2011/2012 roku, kiedy wymarżyły rośliny pszenicy ozimej i jarej siane najwcześniej. Nie była to jednak w tym roku sytuacja odosobniona, gdyż podobną obserwowano na wielu polach produkcyjnych. W rejonach o bardzo

dużych stratach zimowych w zasiewach pszenicy, np. na Kujawach i w Wielkopolsce, na niektórych plantacjach założonych po późno zebranych roślinach okopowych czy kukurydzy rośliny przetrzymały. Można przypuszczać, że w tych przypadkach warstwa gleby i nawet minimalna pokrywa śniegu mogły ochronić przed niską temperaturą bardzo małe, dopiero wschodzące siewki roślin późno sianych. Kołodziej i in. [2007], na podstawie analizy wieloletnich danych meteorologicznych i zimowania pszenicy ozimej 'Grana', wskazują, że podstawowym elementem pogody decydującym o przetrzymaniu roślin jest liczba dni z pokrywą śnieżną. Z kolei według Śmiałowskiego i in. [2011] podstawowym elementem meteorologicznym decydującym o zimowaniu pszenicy jest temperatura powietrza w lutym. Znalazło to potwierdzenie w badaniach własnych, które wskazały największe straty zimowe roślin. Podobne straty wystąpiły też na plantacjach produkcyjnych w 2011/2012 roku. Właśnie w lutym 2012 roku średnia temperatura powietrza była znacznie niższa niż w pozostałych latach i niższa od średniej w wieloletnim, a pokrywa śniegu pojawiła się dopiero po pierwszych bardzo dużych spadkach temperatury.

Także zbyt wczesny siew i nadmierny rozwój roślin jesienią są niekorzystne dla zimowania. Na przykład Dubis i Budzyński [2006] obserwowali, zwłaszcza w niektórych latach, gorsze zimowanie i mniejszą obsadę roślin pszenicy ozimej sianej o dwa tygodnie wcześniej niż wskazują na to zalecenia agrotechniczne. Trzyletni okres badań własnych, w którym wystąpiła jedna ekstremalnie odbiegająca od przeciętnej zima, nie pozwalają w pełni określić ryzyka późnych terminów siewu pszenicy ozimej oraz jesiennego wysiewu pszenicy jarej dla ich zimowania w rejonie lokalizacji eksperymentu polowego. Zwiększenie prawdopodobieństwa właściwego wnioskowania o zimowaniu pszenicy wysiewanej późną jesienią wymagałoby również przebadania większej liczby odmian obu form, a nie tylko po jednej jak miało to miejsce w badaniach własnych. W aktualnym rejestrze znajdują się bowiem odmiany pszenicy ozimej o bardzo zróżnicowanej mrozoodporności. Według COBORU [2014] określana jest ona od 1,5 dla odmian 'Meister', 'Rapsodia' do 6,5 dla odmiany 'Smuga'. Ocena zimotrwałości pszenicy jarej wskazuje również na duże zróżnicowanie odmian. Na podstawie badań wykonanych w komorze niskich temperatur oraz w warunkach polowych najmniejszy procent roślin żywych stwierdzono u odmiany 'KWS Torridon' – poniżej 10%, a największy – ponad 60% u odmian: 'Bombona', 'Katoda', 'Monsun' i 'Tybalt' [COBORU 2013]. Badania mrozoodporności i zimotrwałości dotyczą jednak siewek o rozwoju uważanym za optymalny, brakuje natomiast danych wskazujących na zróżnicowanie zimotrwałości roślin różnych odmian, ale znajdujących się w bardzo wczesnych fazach rozwojowych.

Różnice wielkości cech biometrycznych roślin pszenicy ozimej i jarej wynikają głównie z ich genotypów. Według charakterystyk podawanych przez COBORU [2014] wysokość roślin pszenicy ozimej 'Muszelka' wynosi 75 cm, a pszenicy jarej odmiany 'Monsun' 84 cm. Porównać można wielkości tych cech

w zależności od terminu siewu, zwłaszcza pszenicy jarej wysiewanej jesienią i wiosną, czy ozimej wysiewanej coraz później jesienią. Grocholski i in. [2007] na podstawie jednorocznych badań stwierdzili, że pszenica jara wysiana w listopadzie wytworzyła krótsze źdźbła i dłuższe kłosa, chociaż nieistotnie, niż siana na początku kwietnia. W badaniach własnych takie różnice wystąpiły tylko w jednym roku, tym o niekorzystnym zimowaniu roślin. W pozostałych dwóch latach długość źdźbła pszenicy jarej sianej jesienią była taka sama jak wiosną w terminie optymalnym, a długość kłosa była nawet mniejsza.

Głównym elementem plonowania pszenicy jest obsada kłosów. Na cechę tę oprócz genotypu silnie wpływa przebieg pogody i agrotechnika, w tym termin siewu. W badaniach nad odmianami fakultatywnymi nie stwierdza się jednoznacznej zależności wielkość tej cechy od jesiennego lub wiosennego terminu siewu. Obsada kłosów roślin wysiewanych jesienią i wczesną wiosną jest często zróżnicowana w kolejnych latach badań, czyli zależy w dużym stopniu prawdopodobnie od przebiegu warunków meteorologicznych. W badaniach własnych na obsadę kłosów pszenicy silnie wpływała forma i termin jej siewu oraz warunki pogodowe w kolejnych latach. Dlatego trudno jest wskazać na jednoznaczną zależność obsady kłosów od formy i terminu siewu pszenicy. W roku o korzystnym przebiegu pogody jesienią ujawniła się tendencja pszenicy ozimej do silnego krzewienia, co spowodowało większą obsadę kłosów niż pszenicy jarej. W tych warunkach również obsada kłosów pszenicy jarej sianej jesienią była podobna jak wysiewanej wczesną wiosną. W roku z mroźną zimą i słabym zimowaniem roślin większą obsadę kłosów zapewnił wczesnowiosenny siew pszenicy jarej niż wysiew w listopadzie. W badaniach Kocjan Ačko i Šantavec [2014] w roku o chłodnej jesieni i wiośnie obsada kłosów fakultatywnej odmiany pszenicy wysiewanej jesienią wynosiła 386 szt. m⁻² i była o około 100 szt. m⁻² mniejsza od obsady kłosów pszenicy sianej wczesną wiosną. Natomiast w roku o wyższej temperaturze powietrza obsada kłosów była większa i wyniosła 543 szt. m⁻² u roślin sianych jesienią i 622 szt. m⁻² przy siewie wiosennym. Autorzy ci wskazują na przebieg pogody i zależny od niego rozwój roślin jako na główny czynnik różnicujący plonowanie pszenicy odmiany fakultatywnej sianej jesienią i wiosną.

Według cytowanych badań w roku, w którym plon ziarna pszenicy odmiany fakultatywnej wysianej jesienią był istotnie większy niż sianej wiosną, okres od pełni krzewienia do wypełnienia ziarna (BBCH 65-87) pszenicy zasianej przed zimą był o 25 dni dłuższy niż pszenicy sianej wiosną. Z kolei w roku o plonach pszenicy nie różniących się istotnie, choć o tendencji lepszego plonowania pszenicy wysianej przed zimą, różnica długości tego okresu wyniosła tylko 14 dni. Koppel i Ingver [2008] na podstawie analizy plonowania 29 odmian pszenicy wskazują, że forma ozima plonuje lepiej niż jara, ale plon zarówno odmian ozimych, jak i jarych podlega silnemu wpływowi warunków środowiskowych związanych z kolejnymi latami uprawy. Podobnie w badaniach własnych plonowanie oraz różnice pomiędzy plonami obu form pszenicy wysiewanej w różnych terminach były inne w każdym z trzech lat badań. Wskazuje to

prawdopodobnie na silny wpływ warunków meteorologicznych na wzrost i plonowanie uprawianych odmian pszenicy ozimej i jarej w kolejnych sezonach wegetacyjnych. W roku o korzystnych warunkach siedliskowych i stosunkowo dobrym plonowaniu pszenicy, plon odmiany ozimej, niezależnie od terminu siewu jesienią, był większy od plonów pszenicy jarej sianej zarówno jesienią, jak i wiosną. W takich warunkach termin siewu pszenicy jarej, jesienią czy wczesną wiosną, nie miał także wpływu na plon. Może to oznaczać, że w korzystnych warunkach siedliskowych ujawnia się głównie potencjał genetyczny odmian, a mniejsze znaczenie ma agrotechnika. W roku o gorszym plonowaniu plon pszenicy ozimej i jarej wysiewanych na początku listopada był podobny, ale w roku o mroźnej zimie, kiedy miało miejsce wymarzenie roślin, plon pszenicy ozimej sianej w tym terminie był znacznie większy niż jarej. Wniosując bardziej ogólnie na podstawie trzech lat badań można stwierdzić, że plony pszenicy ozimej sianej późną jesienią były istotnie większe od plonów pszenicy jarej wysiewanej zarówno jesienią jak i wiosną. Nie stwierdzono również lepszego plonowania pszenicy jarej sianej jesienią niż wczesną wiosną. Rezultaty takie nie potwierdzają wyników uzyskanych przez Grocholskiego i in. [2007] w dwóch jednorocznych doświadczeniach łąkowych przeprowadzonych na Opolszczyźnie. Według autorów tych plon pszenicy jarej wysiewanej jesienią był nawet w jednym roku o ponad $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ większy plon niż z siewu wiosennego. Porównanie ośmiu odmian pszenicy jarej wysiewanej późną jesienią i wiosną na Dolnym Śląsku [Karasek 2011] wskazuje na znacznie lepsze plonowanie każdej z nich sianej przed lub w trakcie zimy niż wiosną. Według autora różnica plonu wynosiła od $0,75 \text{ t ha}^{-1}$ do $2,76 \text{ t ha}^{-1}$. Także w badaniach Öztürk i in. [2006] plon fakultatywnej odmiany pszenicy wysiewanej we wrześniu i ostatnim tygodniu października w Turcji był większy niż jej plon przy siewie w końcu kwietnia. Lepsze plonowanie pszenicy wysiewanych późną jesienią niż wiosną w tych rejonach badań wynika być może z korzystniejszych warunków zimowania w porównaniu z warunkami termicznymi i opadowymi, w których przeprowadzono badania własne.

Warunki pogodowe są istotne nie tylko dla plonowania, ale również dla jakości ziarna obu form pszenicy. Wielu autorów, w tym Koppel i Ingver [2008], wskazuje jednak, że ziarno pszenicy jarej ma lepszą jakość technologiczną niż ziarno ozimej, chociaż u wielu odmian masa tysiąca ziaren formy ozimej była większa od masy ziarna formy jarej. Ziarno pszenicy jarej miało natomiast większą gęstość w stanie zsypanym oraz zawierało więcej białka i glutenu. Niejednoznaczny był z kolei wynik porównania liczby opadania i indeksu glutenu. W badaniach własnych, porównując ziarno tylko dwóch odmian pszenicy ozimej 'Muszelka' sianej najwcześniej oraz pszenicy jarej 'Monsun' wysiewanej wiosną w terminie optymalnym, w odniesieniu do wielu cech jakości stwierdzono podobne zależności. Pomijając duże różnice wyników w poszczególnych latach prowadzenia badań, średnio w trzyletnim okresie cechy fizyczne ziarna pszenicy ozimej, jak masa tysiąca ziaren, a zwłaszcza jego gęstość, były większe niż pszenicy jarej. Ziarno pszenicy jarej było natomiast

bardziej wyrównane i szkliste, zawierało więcej białka oraz glutenu, większy był wskaźnik jego sedymentacji i liczba opadania.

Poznawczo bardziej interesujące jest porównanie cech jakości ziarna pszenicy jarej wysiewanej jako przewódka późną jesienią i wczesną wiosną. W badaniach takich Ceglar i in. [2011] stwierdzili, że ziarno fakultatywnej odmiany pszenicy wraz z opóźnieniem terminu siewu od września do wiosny zawiera coraz więcej glutenu, a jego wskaźnik sedymentacji wzrasta. Dlatego ziarno pszenicy wysiewanej w końcu kwietnia zawierało istotnie więcej glutenu mokrego i suchego oraz miało większą wartość wskaźnika sedymentacji niż sianej w końcu października. Podobna zależność jakości ziarna pszenicy jarej ‘Monsun’ od terminu siewu wystąpiła w badaniach własnych. Mimo różnic w latach, co stwierdzali także cytowani autorzy, ziarno pszenicy jarej wysiewanej jesienią zawierało mniej białka i glutenu mokrego, było mniej szkliste i miało mniejszy wskaźnik sedymentacji niż sianej wczesną wiosną w terminie optymalnym. Różnice wielkości tych cech nie były duże i nie zostały na ogół udowodnione statystycznie. Jednak opóźnienie siewu wiosną spowodowało dalszy wzrost wielkości cech ziarna związanych z zawartością białka i glutenu. Dlatego ziarno pochodzące z opóźnionego wiosennego terminu siewu miało istotnie większą wartość tych cech jakości niż pszenicy jarej sianej w pierwszej dekadzie listopada.

Oprócz analizy efektu produkcyjnego i jakości ziarna pszenicy ozimej i jarej wysiewanych późną jesienią w porównaniu z pszenicą jarą uprawianą wiosną ważna jest analiza efektu ekonomicznego. O efektywności ekonomicznej uprawy zbóż decyduje wartość produkcji, czyli jej wielkość oraz jakość ziarna wpływająca na cenę, a także koszty [Krasowicz 2005]. Analizy takie wykonywane są na całym świecie. Według Bewick i in. [2008] w badaniach amerykańskich prowadzonych w różnych układach następstwa roślin uprawianych w warunkach małej ilości opadów, okresowego odłogowania i mulczowania gleby koszty uprawy pszenicy ozimej były o 7% i 19% mniejsze niż pszenicy fakultatywnej i jarej, a koszty uprawy pszenicy fakultatywnej o 12% mniejsze niż koszty produkcji pszenicy jarej. Badania krajowe wskazują natomiast, że uprawa zbóż ozimych jest bardziej kosztochłonna niż zbóż jarych. Jurga i Dobek [2008], porównując koszty uprawy ozimej i jarej formy jęczmienia w trzech gospodarstwach, stwierdzili, że koszty produkcji 1 ha jęczmienia ozimego były o 8,9 – 10,8% większe niż jarego. W badaniach własnych porównanie kosztów bezpośrednio związanych z uprawą obu form pszenicy w poszczególnych terminach siewu wypadło mniej korzystnie dla pszenicy jarej sianej późną jesienią niż pszenicy ozimej, a zwłaszcza pszenicy jarej sianej wiosną. Wynikało to z nakładów większej ilości materiału siewnego – zwiększona gęstość siewu, wyższej ceny ziarna siewnego odmiany ‘Monsun’ niż ‘Muszelka’ i nakładów środków ochrony roślin właściwych dla zbóż ozimych – droższy herbicyd i dwa zabiegi fungicydowe. W agrotechnice pszenicy sianej wiosną stosowano bowiem tańszy preparat chwastobójczy i tylko jeden zabieg przeciw chorobom grzybowym. W warunkach, gdy plon pszenicy jarej

wysiewanej jesienią nie przewyższał plonów pszenicy ozimej oraz jarej sianej wczesną wiosną w terminie optymalnym, efekt ekonomiczny jej uprawy wyrażony nadwyżką bezpośrednią był najmniejszy i przewyższał tylko nadwyżkę bezpośrednią uzyskaną z uprawy pszenicy jarej najgorzej plonującej, tj. sianej w terminie opóźnionym.

Bardzo niekorzystnie na efekt ekonomiczny uprawy pszenicy jarej jesienią i późnego siewu pszenicy ozimej wpływa ryzyko związane z wymarzaniem. Przeprowadzona symulacja kosztów i nadwyżki bezpośredniej wykazała, że w warunkach przesiewu znacznie zwiększają się koszty bezpośrednie. Wynika to z konieczności ponownego zakupu materiału siewnego i powierzchniowej uprawy roli, a również z bezproduktywnego nakładu herbicydów zastosowanych jesienią. Według Szmigła i in. [2006], to właśnie nakłady i wynikające z nich koszty w wielu przypadkach decydują o opłacalności określonej technologii uprawy zbóż.

6. WNIOSKI

1. Wschody, zimowanie, wzrost, plonowanie i jakość ziarna pszenicy uprawianej w stanowisku po kukurydzy na ziarno zależały od formy oraz terminu siewu i były zmienne w latach badań.
2. Późny siew pszenicy może uniemożliwić jej wschody przed zimą. W roku o szybko obniżającej się temperaturze powietrza i dużej ilości opadów późną jesienią połowa zdolność wschodów pszenicy wysiewanej w pierwszej dekadzie listopada była znacznie mniejsza niż w przypadku wcześniejszego terminu siewu.
3. Nieprzezimowanie pszenicy ozimej wysianej w pierwszej, a jarej w trzeciej dekadzie października w roku, w którym po ciepłym początku zimy średnia temperatura lutego była niższa od $-5,0^{\circ}\text{C}$ oraz wystąpiły kilkudniowe spadki temperatury minimalnej przy gruncie poniżej -25°C przy braku okrywy śnieżnej może potwierdzać słuszność zaleceń bardzo późnego jesiennego wysiewu odmian przewodkowych.
4. Plon ziarna pszenicy ozimej 'Muszelka', niezależnie od terminu siewu, w dwóch z trzech lat oraz średnio w okresie badań był większy niż jarej 'Monsun' sianej zarówno jesienią, jak i wiosną. Większy plon pszenicy ozimej wynikał głównie z większej obsady kłosów. Może to sugerować konieczność zwiększenia gęstości siewu pszenicy jarej.
5. Pszenica jara wysiewana jesienią plonowała podobnie jak siana wiosną w terminie optymalnym. Jej siew w pierwszej dekadzie listopada był uzasadniony w przypadku opóźnienia siewu wiosną, które powodowało istotne zmniejszenie plonu ziarna w stosunku do plonu pszenicy jarej sianej wczesną wiosną i jesienią. Zmniejszenie plonu wynikało z mniejszej liczby ziaren w kłosie i masy tysiąca ziaren.
6. Wysiew pszenicy jarej jesienią pozwalał uzyskać ziarno o podobnej wartości technologicznej jak sianej wiosną w terminie optymalnym, tylko zawartość białka i liczba opadania były istotnie mniejsze.
7. Ziarno pszenicy ozimej, niezależnie od terminu jej siewu, w porównaniu z ziarnem pszenicy jarej sianej jesienią miało większą gęstość w stanie zsypanym, ale mniejszą wartość wskaźnika sedymentacji i liczbę opadania. Natomiast w stosunku do ziarna pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie optymalnym charakteryzowało się ponadto mniejszą zawartością białka i szklistością.
8. Uprawa pszenicy ozimej, nawet przy opóźnieniu terminu siewu do początku listopada, pozwoliła uzyskać większą nadwyżkę bezpośrednią niż wysiew pszenicy jarej zarówno jesienią jak i wiosną.
9. W przypadku likwidacji plantacji pszenicy i konieczności jej przesiewu oszacowana nadwyżka bezpośrednia w wyniku dodatkowych kosztów poniesionych na materiał siewny, paliwo i środki ochrony roślin była mniejsza od nadwyżki bezpośredniej uzyskanej z uprawy pszenicy jarej wysiewanej wiosną nawet w terminie opóźnionym.

LITERATURA

- [1] Abad A., Lloveras J., Michelena A., 2004: Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yielded and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 87: 257-269.
- [2] Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S., 1995: Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. *Biul. IHAR* 193: 29-34.
- [3] Bewick L.S., Young F.L., Alldredge J.R., Young D.L., 2008: Agronomics and economics of no-till facultative wheat in the Pacific Northwest, USA. *Crop Protection* 27: 932-942.
- [4] Biskupski A., Włodek S., 2010. Wpływ systemów uprawy roli oraz różnych przedplonów na niektóre wskaźniki architektury łanu i plonowanie roślin zbożowych jarych wczesnego siewu. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 556: 39-47.
- [5] Biskupski A., Włodek S., Pabin J., 2009: Wpływ zróżnicowanej uprawy roli na wybrane wskaźniki architektury łanu i plonowanie roślin. *Fragm. Agron.* 26(4): 7-13.
- [6] Blankenau K., Olf H.W., Kuhlmann H., 2002: Strategies to improve the use efficiency of mineral fertilizer nitrogen applied to winter wheat. *J. Agron. & Crop Sci.*, Berlin, 188: 146-154.
- [7] Bleharczyk A., Śpitalniak J., Małecka I., 2006: Wpływ doboru przedplonów oraz systemów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2(90): 273-285.
- [8] Brzozowska I., Brzozowski J., 2002: Efektywność zabiegów herbicydowych i herbicydowo-mocznikowych stosowanych w uprawie pszenicy ozimej Cz. I. Struktura plonu i plonowanie. *Fragm. Agron.* 19(2): 161-170.
- [9] Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M., 2008: Plonowanie i struktura plonu pszenicy ozimej w zależności od sposobu pielęgnacji i nawożenia azotem. *Acta Agrophysica*, 11(3): 597-611.
- [10] Buczek J., Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., 2013: Wpływ przedplonów i dawek herbicydów na plon oraz zachwaszczenie pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, LXVIII (2) Secitio E*: 24-32.
- [11] Budziński W., 1997: Produkcja technologicznego ziarna pszenicy. *Zeneca Agrochemicals*. Warszawa, 61-67.
- [12] Budziński W., Borysewicz J., Bielski S., 2004: Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 33-44.
- [13] Budziński W., Dubis B., Wróbel E., 2000: Ekonomiczna i energetyczna efektywność różnych sposobów pielęgnacji i nawożenia pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk AR Szczecin* 206: 31-38.
- [14] Budziński W., Krasowicz S., 2008: Produkcja zbóż w Europie i Polsce na przełomie XX i XXI wieku. *Fragm. Agron.* 25(1): 50-66.

- [15] Buraczyńska D., Ceglarek F., 2008: Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1): 27-37.
- [16] Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Torba J., 2005: Wartość przemiałowa wybranych odmian pszenicy z hodowli „Nasiona Kobierzyc”. *Pam. Puł.* 139: 27-38.
- [17] Caglar O., Bulut S., Karaoglu M.M., Kotancilar H.G., Ozturk A., 2011: Quality response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10: 3368-3374.
- [18] Chrzanowska-Drożdż B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W., 2004: Wysokość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 233: 29-38.
- [19] Ciołek A., Makarska E., 2004: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i ochrony chemicznej na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Ann. UMCS, E*, 59: 777-784.
- [20] COBORU 2013: Wstępne wyniki plonowania odmian, zboża jare 2013. *Słupia Wielka*:12.
- [21] COBORU 2014: Porównanie odmian pod względem wybranych cech. <http://www.coboru.pl/DR/porownanieodmian.aspx>
- [22] Czarnocki A., Starczewski J., Kapela K., 2008: Porównanie zużycia paliwa i czasu pracy przy kilku alternatywnych technologiach przygotowania roli do siewu. *Inżynieria Rolnicza* 4(102): 209-215.
- [23] Dąbek-Gad M., Bujak K., 2002: Wpływ sposobu uprawy roli i intensywności pielęgnowania roślin na plonowanie pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, E*, 57: 51-60.
- [24] Dmowski Z., Dzieżyc H., 2009: Potrzeby opadowe pszenicy jarej na glebach kompleksów pszennego dobrego i żytniego bardzo dobrego w północno-wschodniej Polsce. *Acta Agrophys.* 13(1): 39-48.
- [25] Dmowski Z., Dzieżyc H., Nowak L., 2008: Ocena wpływu wybranych parametrów opadu i gleby na plonowanie pszenicy jarej w rejonie południowo-zachodnim Polski. *Acta Agrophys.* 11(3): 613-622.
- [26] Dresler S., Bednarek W., Tkaczyk P., 2010: Plonowanie pszenicy jarej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agrophys.* 16(1): 15-24.
- [27] Drzewiecki S., Pietryga J., 2004: Wpływ mieszanin regulatora wzrostu Terpal C 460 SL z nawozami dolistnymi na redukcję długości źdźbeł oraz cechy technologiczne ziarna pszenicy. *Acta Agrophys.* 85: 45-53.
- [28] Dubis B., Budzyński W., 2006: Reakcja pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(2): 15-24.
- [29] Ehlert D., Schmerler J., Voelker U., 2004: Variable rate nitrogen fertilization of winter wheat based on a crop density sensor. *Precision Agric.* 5: 263-273.

- [30] Ercoli L., Lulli L., Mariotti M., Masoni A., Arduni I., 2008: Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. *Europ. J. Agronomy* 28: 138-147.
- [31] Fotyma E., 2003: Porównanie produktywności pszenicy ozimej i jarej uprawianej w różnych warunkach agrotechnicznych. *Fragm. Agron.* 3(79): 98-113.
- [32] Gallo J., Pekár S., 2001: Effect of ploughing and previous crop on winter wheat pests and their natural enemies under integrated farming system in Slovakia. *Anzeiger für Schädlingskunde* 74: 60-65.
- [33] Gontarz D., 2006: Plonowanie i jakość technologiczna ziarna pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) w zależności od przedplonu i poziomu agrotechniki. Rozprawa doktorska. AR Lublin
- [34] Góral T., Ochodzki P., Walentyn-Góral D., Nielsen L.K., Justesen A.F., Jorgensen L.N., 2012: Wpływ przedplonu oraz warunków pogodowych na porażenie kłosów pszenicy jarej przez grzyby z rodzaju *Fusarium* oraz zawartość mikotoksyn w ziarnie. *Biul. IHAR* 265: 11-21.
- [35] Górski T., Krasowicz S., Kuś J., 1999: Glebowo-klimatyczny potencjał Polski w plonowaniu zbóż. *Pam. Puł.* 114: 127-142.
- [36] Grabiński J., 2002: Porównanie plonowania zbóż jarych i ozimych. *Pam. Puł.* 130: 261-267.
- [37] Grabiński J., Jaśkiewicz B., Podolska G., Sułek A., 2007: Terminy siewu w uprawie zbóż. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 9: 37-45.
- [38] Grocholski J., Sowiński J., Kulczycki G., Wardęga S., 2007: Wpływ terminu siewu przewódkowych odmian pszenicy uprawianych na glebie pyłowo-ilastej na plon i parametry morfologiczne roślin. *Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol.* 560: 7-12.
- [39] Grundy A.C., Boatman N.D., Froun-Williams R.J., 1996: Effects of herbicide and nitrogen fertilizer application on grain yield and quality of wheat and barley. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 126: 379-385.
- [40] GUS 2013: Rocznik statystyczny rolnictwa. GUS, Warszawa: 158.
- [41] Gut M., 2000: Mrozoodporność i zimnotrwałość w hodowli zbóż ozimych — przegląd literatury. Cz. I. Uwarunkowania fizjologiczno-biochemiczne. *Biul. IHAR* 215: 23-33.
- [42] Gut M., Witkowski E., Gołębiowska-Małek H., 1993: Wpływ hartowania na mrozoodporność rodów hodowlanych pszenicy (*Triticum aestivum* L.). *Biul. IHAR* 187: 13-18.
- [43] Hakanssona I., Arvidssona J., Kellerabc T., Rydberga T., 2011: Effects of seedbed properties on crop emergence: 1. Temporal effects of temperature and sowing depth in seedbeds with favourable properties. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil and Plant Science* 61, 5: 458-468.

- [44] Hnilicka F., Peter J., Hnilickova H., Martinkova J., 2005: The field formation in the alternative varieties of wheat. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 41: 295-301.
- [45] Ivanova A., Tsenov N., 2012: Winter wheat productivity under favorable and drought environments. II. Effect of previous crop. *Bulg. J. Agric. Sci.* 18: 29-35.
- [46] Jaskulska I., Jaskulski D., Kotwica K., Wasilewski P., Gałęzewski L., 2013: Effect of tillage simplifications on yield and quality of winter wheat after different previous crops. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 12(3): 37-44.
- [47] Jaskulski D., 1999: Wpływ terminu siewu i gęstości siewu oraz nawożenia azotem na plonowanie pszenicy jarej w warunkach małej ilości opadów. *Pam. Puł.* 118: 167-172.
- [48] Jaskulski D., Jaskulska I., Kotwica K., Gałęzewski L., Wasilewski P., 2013: Zużycie paliwa na uprawę roli w zależności od stopnia jej uproszczenia i przedplonu w zmianowaniu roślin. *Inżynieria Rolnicza* 3(145): 109-116.
- [49] Jędruszczak M., Antoszek R., 2004: Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w krótkotrwałej monokulturze w zależności od sposobu uprawy roli i poziomu zachwaszczenia łąnu. *Fragm. Agron.* 3: 60-69.
- [50] Johansson E., Prieto-Linde M.L., Jönsson J.Ö., 2001: Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry*, 78: 19-25.
- [51] Jończyk K., 1998: Czynniki agrotechniczne najsilniej różnicujące plon pszenicy ozimej. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo* 52: 43-49.
- [52] Jurga J., Dobek T., 2008: Porównanie kosztów produkcji jęczmienia jarego i ozimego w wybranych gospodarstwach woj. zachodniopomorskiego. *Inżynieria Rolnicza* 10(108): 89-96.
- [53] Kaczyński L., 1999: Wartość gospodarcza zarejestrowanych w Polsce odmian pszenicy. *Pam. Puł.* 118: 183-205.
- [54] Karasek M., 2011: Nadrobić zaległości. Przewódki. Odmiany i charakterystyka zbóż sianych późną jesienią i zimą. *Twój Doradca - Rolniczy Rynek* 11: 33-37.
- [55] Kardasz P., Bubniewicz P., Bączkowska E., 2010: Ocena stanu zachwaszczenia i plonowanie czterech odmian pszenicy jarej przewódkowej wysianych w różnych terminach. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50 (3): 1366-1374.
- [56] Klimont K., Osińska A., 2004: Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 233: 49-58.
- [57] Kocjan Ačko D., Šantavec I., 2014: Agrotechnical requirements of facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar 'SW Kadriļ' in Slovenia. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 12(2): 1362-1367.
- [58] Kołodziej J., Liniewicz K., Bednarek H., 2007: Przechimowanie pszenicy ozimej w okolicy Lublina. *Ann. UMCS, E*, 62, 1: 13-22.

- [59] Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Oleksy A., 2009: Wpływ intensywności uprawy na zawartość białka oraz wybrane cechy fizyczne ziarna pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 26(4): 55-64.
- [60] Koppel R., Ingver A., 2008: Comparison of yield and quality traits of winter and spring wheat. *Latvian Journal of Agronomy* 11: 83-89.
- [61] Korbas M., Mrówczyński M., 2011: *Metodyka integrowanej produkcji pszenicy ozimej i jarej*. PIORIN Warszawa: 90.
- [62] Krasowicz S., 2005: Uwarunkowania wyboru kierunków i technologii produkcji roślinnej w gospodarstwach. W: *Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych*. Praca zb. pod red. J. Chotkowskiego. Wyd. Wieś Jutra: 25-34.
- [63] Kurowski T.P., Bruderek A., 2009: Zdrowotność pszenicy jarej w zależności od terminu siewu i odmiany. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 49 (1): 224-227.
- [64] Kuś J., Jończyk K., 1997: Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 3(55): 4-16.
- [65] Kuś J., Jończyk K., Kawalec A., 2007: Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. *Acta Agrophys.* 10(2), 407-417.
- [66] Kuś J., Kamińska M., Mróz A., 1999: Plonowanie pszenicy ozimej na glebach o różnej przydatności rolniczej. *Pam. Puł.* 118: 241-248.
- [67] Kuś J., Siuta A., 1995: Plonowanie zbóż ozimych w zależności od przedplonu i kompleksu glebowego. *Fragm. Agron.* 3: 53-58.
- [68] Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim E., Kubecki J., 2006: Plon i jakość odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puł.* 142: 277-286.
- [69] Liszewski M., Chrzanowska-Drożdż B., 2001: Wpływ ilości wysiewu na plonowanie dwóch odmian pszenicy ozimej uprawianych po buraku cukrowym. *Pam. Puł.* 126: 77-83.
- [70] Lopez-Bellido L., Fuentes M., Castillo J.E., Lopez-Garrido F.J., 1998: Effect of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 57(3): 265-276.
- [71] Małecka I., Blecharczyk A., 2004: Wpływ systemów uprawy roli na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 181-187.
- [72] Mazurek J., Kuś J., 1991: Wpływ nawożenia azotem, terminu i ilości wysiewu na plonowanie pszenicy jarej uprawianej po różnych przedplonach i na różnych glebach. Część II. *Biul. IHAR* 177: 137-143.
- [73] Mazurek J., Sułek A., 1997: Wpływ głównych czynników agrotechnicznych na plon i cechy struktury plonu nowych odmian pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 204: 75-81.
- [74] Mazurek J., Sułek A., 2000: Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy jarej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 214: 79-83.

- [75] Narkiewicz-Jodko Z.G., Narkiewicz-Jodko M., 1998: The effect of the fore-crop upon winter wheat milling and baking values. *Nahrung* 42: 302-303.
- [76] Nowak W., Zbroszczyk T., Kontowicz L., 2004: Wpływ intensywności uprawy na niektóre cechy jakościowe ziarna odmian pszenic. *Pam. Puł.* 135: 199-212.
- [77] Noworolnik K., 2011: Wpływ terminu siewu i terminu zbioru na plonowanie i zawartość białka w ziarnie owsa. *Polish Journal of Agronomy* 6: 34-37.
- [78] Noworolnik K., 2013: Cechy morfologiczne i jakościowe oraz plonowanie jęczmienia jarego w zależności od właściwości odmian i terminu siewu. *Fragm. Agron.* 30(4): 105-113.
- [79] Noworolnik K., Książak J., Doroszevska T., Dwornikiewicz J., 2005: Badania naukowe jako podstawa technologii produkcji roślinnej. *Mat. IX konf. nauk. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”*. IUNG Puławy: 9-15.
- [80] Oleksiak T., Mańkowski D., 2007: Wpływ terminu siewu na plonowanie pszenicy ozimej na podstawie wyników badań ankietowych. *Biul. IHAR*, 244: 21-32.
- [81] Oleksy A., Szmigiel A., Kołodziejczyk M., 2008: Wpływ intensywności uprawy na zawartość i plon białka odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1): 47-56.
- [82] Öztürk A., Çağlar Ö., Bulut S., 2006: Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192: 10-16.
- [83] Pałys E., Kruszkiewicz R., 2003: Wpływ terminu siewu odmian orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) na zachwaszczenie łąnu. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 490: 17 9-186.
- [84] Pisarek M., Rozbicki J., Samborski S., Wawryło B., Golba J., 2013a: Wpływ wybranych siedmiu czynników agrotechnicznych na produktywność pszenicy ozimej w warunkach dużego udziału zbóż w zmianowaniu. Część I. Plon biomasy nadziemnej, odżywianie roślin azotem oraz porażenie roślin zgorzelą podstawy źdźbła. *Fragm. Agron.* 30(1): 99-112.
- [85] Pisarek M., Rozbicki J., Samborski S., Wawryło B., Golba J., 2013b: Wpływ wybranych siedmiu czynników agrotechnicznych na produktywność pszenicy ozimej w warunkach dużego udziału zbóż w zmianowaniu. C II. Plon ziarna i składowe plonu. *Fragm. Agron.* 30(1): 113-120.
- [86] Podolska G., 1997: Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 204: 163-167.

- [87] Podolska G., Mazurek J., 1999a: Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Cz. I. Plonowanie, wzrost i rozwój pszenicy. Pam. Puł. 118: 479-490.
- [88] Podolska G., Mazurek J., 1999b: Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej z warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Cz. II. Plonowanie, struktura plonu i budowa łanu. Pam. Puł. 118: 491-505.
- [89] Podolska G., Mazurek J., 2000: Reakcja nowych rodów pszenicy ozimej na termin siewu. Biul. IHAR 214: 55-61.
- [90] Podolska G., Stankowski S., Podolski B., 2005: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. Pam. Puł. 139: 189-197.
- [91] Podolska G., Stypuła G., 2002: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od sposobu ochrony przed chorobami i chwastami. Pam. Puł. 130: 587-596.
- [92] Podolska G., Sułek A., 2002: Główne elementy produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł. 130: 597-605.
- [93] Podolska G., Wyzńska M., 2011: Reakcja nowych odmian pszenicy ozimej na gęstość i termin siewu. Polish Journal of Agronomy 6: 44-51.
- [94] Rachoń L., Szumiło G., Stankowski S., 2011: Porównanie wybranych wskaźników wartości technologicznej pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*), twardej (*Triticum durum*) i orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Fragm. Agron. 28(4): 52-59.
- [95] Ralcewicz M., Knapowski T., 2004: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu. Ann. UMCS, Sec. E, 59, 2: 969-978.
- [96] Rola H., Banach P., 2001: Współdziałanie herbicydów i nawozów na cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Biul. Nauk. UWM 12: 67-74.
- [97] Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G., 2004: Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. Pam. Puł. 135: 269-277.
- [98] Rudnicki F. 1998: Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. Mat. Ogólnopolskiej konf. nauk. pt., Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy. 21-23.10.1998. Puławy: 51-64.
- [99] Rudnicki F., 2005a: Przedplony zbóż a ich plonowanie w warunkach produkcyjnych. Fragm. Agron. 22(2): 172-182.
- [100] Rudnicki F., 2005b: Mieszanki zbożowe i zbożowo strączkowe. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wydawnictwo „Wieś Jutra”, Warszawa: 197-214.
- [101] Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G., 1999: Reakcje odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. Roczn. Nauk Rol. A 114(3-4): 97-108.
- [102] Sainis J.K., Shouche S.P., Bhagwat S.G., 2006: Image analysis of wheat grains developed in different environments and its implications for identification. J. Agric. Sci., Cambridge University 144: 221-227.

- [103] Sekutowski T., Domaradzki K., 2006: Wpływ terminu i sposobu nawożenia azotem oraz herbicydu Sekator 6,25 WG na plonowanie i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. Pam. Puł. 142: 459-464.
- [104] Smagacz J., 1994: Porównanie wydajności zbóż jarych po różnych przedplonach. *Fragm. Agron.* 3: 35-39.
- [105] Smagacz J., 2004: Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na przedplon. *Biul. IHAR* 231: 65-71.
- [106] Staniszewski M., 2008: Plonowanie, zachwaszczenie i jakość technologiczna ziarna pszenicy ozimej i pszenicy jarej w zależności od ich udziału w zmianowaniu i poziomemu agrotechniki. Rozprawa doktorska. UP Lublin.
- [107] Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K., 2004: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, E*, 59, 3: 1363-1369.
- [108] Stelmakh A.F., 1998: Genetic systems regulating flowering response in wheat. *Developments in Plant Breeding* 6: 491-501.
- [109] Sulewska A., Koziara W., Panasiewicz K., Ptaszyńska G., Morozowska M., 2008: Skład chemiczny ziarna oraz plon białka odmian ozimych orkisz pszenego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Journal of Research and Applications In Agricultural Engineering* 53(4): 92-95.
- [110] Sułek A., 2004: Określenie reakcji nowych rodów i odmian pszenicy jarej na wybrane czynniki agrotechniczne. *Biul. IHAR* 231: 139-145.
- [111] Sułek A., 2009: Wpływ terminu siewu i zbioru na plonowanie oraz zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej odmiany Nawra. *Fragm. Agon.* 26(2): 138-144.
- [112] Sułek A., Podolska G., 2012: Wpływ integrowanej technologii produkcji na plonowanie odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 52 (4): 945-950.
- [113] Sułek A., Podolska G., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., 2007: Wpływ terminu stosowania fungicydu Amistar 250 SC na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej odmiana Nawra. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47(2): 352-355.
- [114] Szmigiel A., Oleksy A., Kołodziejczyk M., 2006: Porównanie opłacalności produkcji ziarna różnych grup użytkowych pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. Pam. Puł. 142: 525-535.
- [115] Szumiło G., Rachoń L., 2008: Reakcja wybranych gatunków pszenicy ozimej na termin siewu. *Ann. UMCS, E*, 63, 4: 78-86.
- [116] Śmiałowski T., Bogacka M., Nita Z., Witkowski E., 2011: Wykorzystanie wieloczynnikowej wariancji do oceny przezimowania wybranych rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 259: 51-61.
- [117] Śniady R., Sobkowicz P., 1999: Reakcja pszenicy ozimej na termin i gęstość siewu. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* 367: 205-215.

- [118] Theobald C.M., Roberts A.M.I., Talbot M., Spink J.H., 2006: Estimation of economically optimum seed rates for winter wheat from series of trials. *J. Agric. Sci., Cambridge University* 144: 303-316.
- [119] Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M., 2001: Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 41 (2): 826-829.
- [120] Vita P., Paolo E., Fecondo G., Fonzo N., Pisante M., 2007: No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality, and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Res.* 92(1/2): 69-78.
- [121] Wang H., Cutforth H., McCaig T., McLeod G., Brandt K., Lemke R., Goddard T., Sprout C., 2009: Predicting the time to 50% seedling emergence in wheat using a Beta model. *NJAS – Wageningen J. Life Sci.* 57: 65-71.
- [122] Weber R., Hryńczuk B., 1999: Reakcja wybranych odmian pszenic jarych na niedobory wody w krytycznych okresach rozwoju. *Biul. IHAR* 211: 97-103.
- [123] Weber R., Kaus A., 2007: Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od terminu siewu w warunkach południowo-zachodniej Polski. *Fragm. Agron.* 2(94): 373-380.
- [124] Weber R., Podolska G., 2008: Wpływ sposobu uprawy roli, terminu i gęstości siewu na plonowanie odmian pszenicy ozimej. *Inżynieria Rolnicza* 1(99): 395-400.
- [125] Wesołowski M., Dąbek-Gad M., Maziarz P. 2007: Wpływ przedplonu i herbicydu na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 4(96): 240-245.
- [126] Wilczewski E., Skinder Z., Lemańczyk G., 2007: Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Część III. Wpływ następczy dla pszenicy jarej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 6(1): 45-56.
- [127] Wooding A.R., Kavale S., MacRitche F., Stoddard F.L., Wallace A., 2000: Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivaris. *Cereal Chemistry* 77: 798-807.
- [128] Woźniak A., 2003: Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. *Biul. IHAR* 228: 41-50.
- [129] Woźniak A., 2004: Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 135: 325-330.
- [130] Woźniak A., 2005: Wpływ przedplonów na plon i jakość technologiczną ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.), *Ann. UMCS, E*, 60: 103-112.
- [131] Woźniak A., 2006a: Wpływ przedplonów na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(2): 99-106.

- [132] Woźniak A., 2006b: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) i twardej (*Triticum durum* Desf) w zależności od poziomu agrotechniki. *Acta Agrophys.* 8(3): 755-763.
- [133] Woźniak A., 2007: Jakość ziarna pszenicy ozimej odmiany Korweta w zmianowaniach o różnym jej udziale. *Acta Agrophys.* 10(1): 247-255.
- [134] Woźniak A., 2009a: Jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Koksa w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophys.* 14(1): 233-241.
- [135] Woźniak A., 2009b: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w różnych systemach uprawy roli. *Acta Agrophys.* 14(2): 515-526.
- [136] Woźniak A., Gontarz D., 2003: Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 228: 33-39.
- [137] Woźniak A., Gontarz D., 2005: Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy ozimej w zmianowaniu i poziomu agrotechniki na cechy jakościowe ziarna. *Biul. IHAR* 237/238: 3-11.
- [138] Woźniak A., Gontarz D., 2009: Wpływ systemów uprawy roli na plon i jakość ziarna pszenicy twardej. *Acta Agrophys.* 13(3): 793-802.
- [139] Woźniak A., Gontarz D. 2011: Ocena wybranych wyróżników jakości ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w zależności od uprawy roli i nawożenia azotem. *Acta Agrophys.* 18(2): 481-489.
- [140] Woźniak A., Gontarz D., Staniszewski M., Gos M., 2006: Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej uprawianej w zmianowaniach o różnym jej udziale. *Biul. IHAR* 242: 45-55.
- [141] Woźniak A., Staniszewski M., 2007: Wpływ warunków pogodowych na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej cv. Opatka i pszenicy ozimej cv. Korweta. *Acta Agrophys.* 9(2): 525-540.
- [142] Woźniak A., Wesołowska-Trojanowska M., Gontarz D., 2008: Jakość ziarna pszenicy twardej odmiany Floradur w różnych systemach następstw roślin. *Acta Agrophys.* 11(2): 539-544.
- [143] Wuest S.B., Lutcher L.K., 2012: Soil water potential requirement for germination of winter wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 77: 279-283.
- [144] Zalewski D., Weber R., 2006: Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 242: 33-43.

SPIS TABEL

Tabela 1. Miesięczne sumy opadów, grubość pokrywy śnieżnej oraz średnie temperatury powietrza w rejonie realizacji doświadczeń polowych w kolejnych latach badań i wieloleciu.....	19
Tabela 2. Obsada roślin po wschodach jesienią i polowa zdolność wschodów pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	26
Tabela 3. Obsada roślin po zimie, ubytki i stopień przezimowania pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	27
Tabela 4. Bonitacyjna (skala 9 ^o) ocena zachwaszczenia pszenicy przed zbiorem w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	30
Tabela 5. Bonitacyjna (skala 9 ^o) ocena wylegania pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	31
Tabela 6. Długość źdźbła (cm) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	32
Tabela 7. Długość kłosa (cm) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	34
Tabela 8. Obsada kłosów (szt.m ⁻²) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	35
Tabela 9. Liczba ziaren w kłosie (szt.) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	37
Tabela 10. Masa ziarna z kłosa (g) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	38
Tabela 11. Plon ziarna (dt ha ⁻¹) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	40
Tabela 12. Wkład elementów plonowania w różnicę plonów pod wpływem opóźniania terminów siewu form pszenicy względem pierwszego terminu siewu pszenicy ozimej oraz pszenicy jarej sianej wiosną względem sianej jesienią	42
Tabela 13. Masa tysiąca ziaren (g) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	43
Tabela 14. Gęstość ziarna (kg hl ⁻¹) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	45
Tabela 15. Wyrównanie ziarna (%) pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	46
Tabela 16. Zawartość białka (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	48
Tabela 17. Zawartość glutenu mokrego (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	50
Tabela 18. Wskaźnik sedymentacji (ml) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	51
Tabela 19. Szklistość (%) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu	53

Tabela 20. Liczba opadania (s) ziarna pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	55
Tabela 21. Zawartość popiołu (%) w ziarnie pszenicy w latach badań w zależności od formy i terminu jej siewu.....	56
Tabela 22. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem a cechami jakości ziarna pszenicy w zależności od formy i terminu jej siewu.....	58
Tabela 23. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy cechami jakości ziarna pszenicy w zależności od formy i terminu jej siewu	58

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1.	Obsada roślin pszenicy na początku okresu wiosennej wegetacji średnio w latach 2009/2010 i 2010/2011	28
Rys. 2.	Obsada roślin pszenicy na początku okresu wiosennej wegetacji średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012.....	29
Rys. 3.	Zachwaszczenie (skala 9 ^o) pszenicy przed zbiorem średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu	30
Rys. 4.	Wyłęganie (skala 9 ^o) pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu.....	31
Rys. 5.	Długość źdźbła pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	33
Rys. 6.	Długość kłosa pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	34
Rys. 7.	Obsada kłosów pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	36
Rys. 8.	Liczba ziaren w kłosie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	37
Rys. 9.	Masa ziarna z kłosa pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	39
Rys. 10.	Plon ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	41
Rys. 11.	Masa tysiąca ziaren pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu siewu.....	44
Rys. 12.	Gęstość ziarna pszenicy w stanie zsypanym średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu..	45
Rys. 13.	Wyrównanie ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	47
Rys. 14.	Zawartość białka w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	48
Rys. 15.	Zawartość glutenu mokrego w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu..	50
Rys. 16.	Wskaźnik sedymentacji ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu..	52
Rys. 17.	Szklistość ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	54
Rys. 18.	Liczba opadania ziarna pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od jej formy i terminu siewu.....	55
Rys. 19.	Zawartość popiołu w ziarnie pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu..	57
Rys. 20.	Wartość produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu.....	61

Rys. 21. Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu..	62
Rys. 22. Nadwyżka bezpośrednia produkcji pszenicy średnio w latach badań 2009/2010 – 2011/2012 w zależności od formy i terminu jej siewu..	63
Rys. 23. Wartość produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych.....	64
Rys. 24. Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych.....	65
Rys. 25. Nadwyżka bezpośrednia produkcji pszenicy jarej po wymarznieniu zasiewów jesiennych.....	66

STRESZCZENIE

Plonowanie oraz jakość ziarna ozimej i jarej formy pszenicy uprawianej w stanowisku po późno zbieranej kukurydzy

Przesłanką do podjęcia badań była potrzeba naukowej weryfikacji prób siewu zbóż ozimych w późnych jesiennych terminach, jako alternatywy dla uprawy ich form jarych. Założono, że plon ziarna pszenicy ozimej sianej późną jesienią, w przypadku jej przezimowania, może być większy niż plon pszenicy jarej, a opóźnienie jej siewu nie wpłynie w dużym stopniu na pogorszenie jakości technologicznej ziarna. Postawiono także hipotezę, że możliwy jest siew niektórych odmian pszenicy jarej jesienią, co może zwiększać jej plony w porównaniu z siewem wiosennym przy zachowaniu dobrej jakości ziarna. Celem badań było porównanie plonów pszenicy ozimej wysiewanej w terminach opóźnionych i późnych po zbiorze ziarna kukurydzy oraz pszenicy jarej sianej jesienią i wiosną, a także: ocena jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej i jarej w zależności od terminu siewu, porównanie wyniku ekonomicznego uprawy pszenicy przy siewie jesiennym i wiosennym oraz oszacowanie wpływu ewentualnego wiosennego przesiewu plantacji pszenicy na wynik produkcyjny i ekonomiczny. Metodą badawczą było jednoczynnikowe doświadczenie polowe wykonane w układzie losowanych bloków w latach 2009 – 2012. Eksperyment przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa w gospodarstwie rolnym położonym w miejscowości Rataje (E:17.24 N:53.26), województwo wielkopolskie. Przedmiotem badań były pszenica ozima odmiana ‘Muszelka’ oraz jara ‘Monsun’ wysiewane w siedmiu terminach, pszenica ozima: 10-15 X, 20-25 X, 5-10 XI, a pszenica jara: 20-25 X, 5-10 XI, wiosną – optymalny, wiosną – opóźniony o 7-10 dni. Badania obejmowały ocenę cech biometrycznych roślin pszenicy ozimej i jarej, wielkości elementów plonowania, plonu ziarna i parametrów jakości technologicznej. Wyniki opracowano statystycznie. Wykonano analizę wariancji doświadczeń pojedynczych i syntezę doświadczeń wielokrotnych. Istotność różnic pomiędzy średnimi obiektowymi oceniono testem Tukeya na poziomie istotności 0,05. Wpływ elementów plonowania na różnicę plonów form pszenicy oraz oddziaływanie terminu ich siewu wyliczono zgodnie z metodą Rudnickiego. Dla poszczególnych cech roślin obu form pszenicy wysiewanej w różnych terminach określono współczynniki zmienności pod wpływem zróżnicowanych warunków w latach badań. Określono również uproszczony wynik ekonomiczny uprawy obu form pszenicy w zróżnicowanych terminach ich siewu.

Stwierdzono, że wschody, zimowanie, wzrost, plonowanie i jakość ziarna pszenicy uprawianej w stanowisku po kukurydzy zależały od formy oraz terminu siewu i były zmienne w latach badań. W roku o szybko obniżającej się temperaturze powietrza i dużej ilości opadów późną jesienią połowa zdolność wschodów pszenicy wysiewanej w pierwszej dekadzie listopada była znacznie

mniejsza niż w przypadku wcześniejszego terminu siewu. Nieprzezimowanie pszenicy ozimej wysianej w pierwszej, a jarej w trzeciej dekadzie października w roku o bardzo ostrej zimie może potwierdzać słuszność zaleceń późnego jesienno-wiosennego wysiewu odmian przewodkowych. Plon ziarna pszenicy ozimej 'Muszelka', niezależnie od terminu siewu, średnio w okresie badań był większy niż jarej 'Monsun' sianej zarówno jesienią, jak i wiosną. Większy plon pszenicy ozimej wynikał głównie z większej obsady kłosów. Pszenica jara wysiewana jesienią plonowała podobnie jak siana wiosną w terminie optymalnym. Jej siew w pierwszej dekadzie listopada był uzasadniony w przypadku opóźnienia siewu wiosną, które powodowało zmniejszenie liczby ziaren w kłosie, masy tysiąca ziaren i plonu ziarna. Wysiew pszenicy jarej jesienią pozwalał uzyskać ziarno o podobnej wartości technologicznej jak sianej wiosną w terminie optymalnym, tylko zawartość białka i liczba opadania były istotnie mniejsze. Z kolei ziarno pszenicy ozimej, niezależnie od terminu jej siewu, miało większą gęstość w stanie zsylnym, ale mniejszą wartość wskaźnika sedymentacji i liczbę opadania niż ziarno pszenicy jarej sianej jesienią. Natomiast w stosunku do ziarna pszenicy jarej wysiewanej wiosną w terminie optymalnym charakteryzowało się ponadto mniejszą zawartością białka i szklistością. Uprawa pszenicy ozimej, nawet przy opóźnieniu terminu siewu do początku listopada, pozwoliła uzyskać większą nadwyżkę bezpośrednią niż wysiew pszenicy jarej. W przypadku likwidacji plantacji pszenicy i konieczności jej przesiewu oszacowana nadwyżka bezpośrednia była mniejsza od nadwyżki bezpośredniej uzyskanej z uprawy pszenicy jarej wysiewanej wiosną nawet w terminie opóźnionym.

SUMMARY

Yielding and the grain quality in winter and spring form of wheat grown on the stand after late-harvested maize

The springboard for launching the research has been the need of a scientific verification of the trials of winter cereals sowing at late autumn dates as an alternative for the cultivation of their spring forms. It has been assumed that the grain yield of the winter wheat sown in late autumn, if overwintered, can be higher than the yield of spring wheat and a delay in its sowing will not considerably deteriorate the technological grain quality. There has also been developed a hypothesis that it is possible to sow some spring wheat cultivars in autumn, which can increase its yields, as compared with spring sowing, and still maintaining a good grain quality. The aim of the research has been to compare the yields of winter wheat sown at delayed and late dates after the harvest of the grain of maize and spring wheat sown in autumn and spring as well as to evaluate the technological grain quality in winter and spring wheat depending on the sowing date, to compare the economic result of wheat cultivation for autumn and

spring sowing as well as to estimate the effect of potential spring sowing of the wheat plantation on the production and economic results. The research method involved a single-factor field experiment made in the randomized block design over 2009 – 2012. The experiment was performed on the soil of a good wheat complex, IIIa soil quality class, on an agricultural farm located at Rataje (E:17.24 N:53.26), the Wielkopolskie Province. The research covered winter wheat, ‘Muszelka’ cultivar, and spring wheat, ‘Monsun’ cultivar, sown at seven dates; in winter wheat: October 10-15, October 20-25, November 5-10, and in spring wheat: October 20-25, November 5-10, in spring: the optimal and in spring – 7-10 days delayed. The research covered the evaluation of the winter and spring wheat plants biometrics, the size of the yielding components, the grain yield and the technological quality parameters. The results have been statistically verified. There has been performed the analysis of variance for the single experiments and the synthesis of multiple experiments. The significance of the differences between object means has been evaluated with the Tukey test at the level of significance of 0.05. The effect of the yielding components on the difference in the yields of wheat forms and the effect of the sowing date were calculated compliant with the Rudnicki method. For the respective features of the plants of both wheat forms sown at various dates, there were determined the coefficients of variation affected by varied conditions in the research years. There was also defined a simplified economic result of cultivating both wheat forms at varied sowing dates.

It has been found that the emergence, overwintering, growth, yielding and the grain quality of wheat grown on the stand after maize depended on the form and the sowing date and they varied over the research years. In the year with a quickly decreasing air temperature and high precipitation in late autumn the field emergence capacity of the wheat sown in the first decade of November was much lower than in the case of an earlier sowing date. Non-overwintering of winter wheat sown in the first, and the spring wheat – in the third decade of October in the year with a very severe winter can confirm the justifiability of the recommendations of late autumn sowing of facultative cultivars. The grain yield of ‘Muszelka’ winter wheat cultivar, irrespective of the sowing date, on average for the research period, was higher than in spring ‘Monsun’ cultivar sown both in autumn and in spring. The higher yield of winter wheat was mostly due to a higher spike density. The spring wheat sown in autumn yielded similar as the one sown in spring at the optimal date. Its sowing in the first decade of November was justified for delayed sowing in spring which decreased the number of grains per spike, thousand grain weight and the grain yield. Sowing spring wheat in autumn made it possible to produce grain demonstrating a similar technological value as the one sown in spring at the optimal date; the content of protein and the falling number were the only ones which were significantly lower. Winter wheat grain, on the other hand, irrespective of the sowing date, showed a higher standard mass per storage volume, however a lower value of the sedimentation rate and the falling number than the grain of spring wheat sown in autumn. As compared to

the grain of spring wheat sown in spring at the optimal date, it also showed a lower content of protein and glassiness. Cultivating winter wheat, even at the sowing date delayed up to the beginning of November, made it possible to produce a greater gross margin than sowing spring wheat. As for closing down the wheat plantation and the need for wheat sifting, the estimated gross margin was lower than the gross margin produced from growing spring wheat sown in spring even at a later date.