

dr inż. Stanisław Bielski

Autoreferat

UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI w OLSZTYNIE

WYDZIAŁ KSZTAŁTOWANIA ŚRODOWISKA i ROLNICTWA

***Katedra Agrotechnologii, Zarządzania Produkcją Rolniczą
i Agrobiznesu***



Spis treści

1. Imię i nazwisko	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)	4
a) tytuł osiągnięcia naukowego	4
b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy	4
c) omówienie celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania	5
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	20

1. Imię i nazwisko Stanisław Bielski

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:

1998 magister inżynier

Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie,

Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa,

kierunek: Rolnictwo

tytuł pracy: „*Wartość siewna ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych w mieszance i siewach jednogatunkowych*”

promotor: prof. dr hab. Janusz Nowicki

2002 doktor nauk rolniczych w zakresie agronomii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

tytuł pracy: „*Przyrodnicze i produkcyjne aspekty siewów mieszanych zbóż w płodozmianie*”

promotor: prof. dr hab. Maria Wanic

2009 dyplom ukończenia jedno semestralnego kursu doskonalenia pedagogicznego nauczycieli akademickich w Katedrze UNESCO i Katedrze Pedagogiki na Wydziale Nauk Społecznych UWM w Olsztynie

2012 dyplom ukończenia studiów podyplomowych

Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

2-semestralne studia podyplomowe *Menedżer dla nauki i biznesu. Studia dla pracowników jednostek naukowych* na kierunku „Zarządzanie projektami badawczymi współfinansowanymi z Funduszy Europejskich”

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

od 31 grudnia 2002 – obecnie

adiunkt w Katedrze Agrotechnologii, Zarządzania Produkcją Rolniczą i Agrobiznesu, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa (nazwa aktualna), Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

4. **Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.**

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie.

a) tytuł osiągnięcia naukowego:

Wieloaspektowa ocena produkcji półkarłowego pszenżyta ozimego

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy)

1. **Bielski S.** Dubis B., Budzyński W. 2015. *Influence of nitrogen fertilisation on the technological value of semi-dwarf grain winter triticale varieties Alekto and Gniewko*. Pol. J. Natur. Sc., Vol 30(4): 325–336. [14 pkt. MNiSW]
Mój wkład w powstanie pracy obejmował koncepcję i zaplanowanie doświadczeń, zainicjowanie badań, autorstwo metodyki badań, zbiór materiału badawczego, opracowanie wyników badań, koncepcję artykułu, przegląd literatury przedmiotu, syntezę, wnioski. Mój udział procentowy szacuję na 51%.
2. **Bielski S.** 2015. *Yields of winter triticale under the influence of nitrogen fertilisation and fungicide application*. Pol. J. Natur. Sc. , Vol 30(4): 337–348. [14 pkt. MNiSW]
3. **Bielski S.** 2015. *Effect of nitrogen fertilization and fungicide protection on winter triticale wholesomeness*. Acta Sci. Pol. Agricultura, 14(4): 3-14. [11 pkt. MNiSW]
4. **Bielski S.** 2015. *Ekonomiczna efektywność zróżnicowanej intensywności ochrony fungicydowej pszenżyta ozimego*. Zagadnienia Doradztwa Rolniczego, 3: 62-70. [10 pkt. MNiSW]
5. **Bielski S.** 2014. *Economic efficiency of winter triticale grain production*. Acta Scientiarum Polonorum, Oeconomia, 13(2): 17-23. [10 pkt. MNiSW]
6. **Bielski S.** 2015. *Wpływ nawożenia azotem i ochrony fungicydowej na zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego*. Annales UMCS w Lublinie, Agricultura, 4: 1-11. [9 pkt. MNiSW]

7. **Bielski S.** 2015. *Energy balance evaluation of winter triticale production. Engineering for Rural Development*. Proceedings, vol. 4: 552-557. ISSN 1691-5976. [15 pkt. MNiSW, publikacja z międzynarodowej konferencji naukowej, indeksowana na Thomson Reuters Web of Science]
8. **Bielski S., Dubis B., Jankowski K.** 2015. *Efektywność energetyczna produkcji i konwersji biomasy pszenżyta ozimego na biopaliwa*. *Przem. Chem.*, 94/10: 1798-1801. [15 pkt. MNiSW, IF₍₂₀₁₅₎=0,399] DOI:10.15199/62.2015.10.29
Mój wkład w powstanie pracy obejmował koncepcję i zaplanowanie doświadczeń, zainicjowanie badań, autorstwo metodyki badań, zbiór materiału badawczego, opracowanie wyników badań, koncepcję artykułu, przegląd literatury przedmiotu, syntezę, wnioski. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

Liczba punktów z publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, zgodnie z punktacją MNiSW w poszczególnych latach wydania publikacji – **98. Całkowity IF publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego według roku opublikowania: 0,399.**

Wszystkie badania, których wyniki stanowią przedstawione do oceny osiągnięcia naukowego, zostały wykonane w ramach projektu badawczego MEN nr 1502/B/PO1/2008/35 (2009-2011) „*Plonowanie i jakość technologiczna ziarna pszenżyta ozimego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych*” (kierownik projektu: prof. dr hab. Wiesław Koziara, wykonawca zadania badawczego: dr inż. Stanisław Bielski).

c) omówienie celu naukowego prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie

Pszenżyto ma stałe miejsce w krajowej strukturze zasiewów, a jego uprawa jest specyficzną cechą polskiego rolnictwa, liczącego się producenta zbóż w Unii Europejskiej. Obszar obsiany pszenżytem w Polsce stanowi ok. 27% powierzchni tego zboża na świecie. W Europie, w ostatniej dekadzie powierzchnia obsiana pszenżytem zwiększyła się o 26,8%. Świadczy to niewątpliwie o jego wzrastającej roli i znaczeniu.

Pszenżyto łączy w sobie dobrą jakość plonu ziarna pszenicy z tolerancją na stresy abiotyczne i biotyczne, nadający się do uprawy w niekorzystnych warunkach, gdzie wydajność innych zbożowych jest mniej lub bardziej ograniczona (Estrada-Campuzano i in. 2012).



Pszenżyto charakteryzuje się szerokim spektrum wykorzystania, z przewagą kierunku paszowego (McGoverin i in. 2011). Jest również użyteczne jako surowiec do produkcji bioetanolu, a także jest obiecującym surowcem do produkcji biogazu (Gowda i in. 2011). Mimo niewątpliwych zalet dotychczasowych odmian, zboża tego nie można zaliczyć do konsumpcyjnych. Pszenżyto ozime uprawiane w tych samych warunkach środowiskowych i agrotechnicznych jak pszenica wykazuje bardzo dużą zmienność ocenianych ważnych cech technologicznych, m.in.: aktywności enzymów amylolitycznych, zawartości białka ogółem, ilości i jakości glutenu oraz wskaźników oceny farinograficznej (Biskupski 2000, Gambuś i in. 2000, Ceglińska i Haber 2001).

Mąka pszenżytnia wykorzystywana jest sporadycznie jako chlebowa. Z punktu widzenia technologii piekarstwa istotne są cechy wypiekowe a te, dotyczące dotychczas rejonizowanych odmian pszenżyta różnią się w stosunku do żyta i pszenicy, szczególnie pod względem zawartości wymywalnego glutenu, czasu rozwoju i stałości ciasta, jego elastyczności i rozmiękczenia. Pod względem tych cech, ciasta pszenżytnie wykazywały wartości pośrednie między ciastami pszennymi i żytnimi. Ponadto mąki pszenżytnie wykazywały zwykle wyższą aktywność amylolityczną i wyższą podatność skrobi na ich działanie, z czym nie zawsze szły w parze niskie liczby opadania (Ceglińska i in. 2005).

Pszenżyto ze względu na wysoki potencjał plonowania oraz dobre właściwości odżywcze (Jonkala i in. 2010, Hansen 2012) wzbudza duże zainteresowanie jako surowiec przeznaczony na potrzeby przemysłu spożywczego (Pattison i Trethowan 2013). Skierowanie ziarna pszenżyta na cele piekarskie, po uprzednim określeniu jego przydatności, stanowi przyszłościowy kierunek wykorzystania tego zboża (Naukurte i in. 2012). Wartość technologiczną surowca pszenżyta ograniczają jednak wysoka aktywność α -amylazy oraz niska zawartość i jakość glutenu. Mimo tego, iż pszenżyto może być użyteczne w diecie człowieka zajmuje ono jak dotąd nieznaczną pozycję w rynku żywności (Aguirre i in. 2011).

Możliwości poprawy cech jakościowych ziarna pszenżyta związane są głównie z postępowaniem w hodowli nowych odmian, w których zakodowany jest skład chemiczny, głównie białka i węglowodanów (Ceglińska i in. 2006, Marciniak i Banaszak 2006), a także z ustaleniem odpowiedniej technologii uprawy. Czynnikiem agrotechnicznym najbardziej modelującym cechy jakościowe ziarna jest nawożenie azotem. W efektywnym stosowaniu tego składnika należy zwrócić uwagę na dawkę i termin aplikacji azotu, co ma duże znaczenie w otrzymaniu dobrej wartości technologicznej surowca (Domska i in. 1997).

W 2006 wpisano do Krajowego Rejestru krótkosłomą, plenną odmianę *Gniewko* o wysokiej zawartości białka (LOO 2007), w którym stwierdzono metodą PCR zwiększony udział wielkocząsteczkowych białek glutenowych (Mikulski 2007 niepublikowane). Pojawiła się więc nowa szansa na poprawę wartości wypiekowej ziarna tego zboża. Skład białka jest cechą odmianową, dziedziczną. Można więc stwierdzić, że ten kierunek hodowli wyznaczy (obok paszowego) i zapoczątkuje nowy, szeroki kierunek chlebowego użytkowania ziarna pszenżyta.

Genotyp składu chemicznego może w części ulegać modyfikacyjnym wpływom siedliska i agrotechniki, jak to dowiedziono u pszenicy technologicznej (Budzyński i in. 2004). Zabiegi agrotechniczne mogą poprawić jakość ziarna, wpływając m.in. na jakość przemiałową (przerób ziarna na mąkę), a następnie wypiekową mąki na pieczywo.

Celem głównym cyklu publikacji powiązanych tematycznie była wieloaspektowa ocena półkarłowego pszenżyta ozimego. Osiągnięcie celu głównego było możliwe w wyniku realizacji celów szczegółowych, które obejmowały następujące aspekty: (1) wartość technologiczną ziarna pszenżyta ozimego, (2) produktywność i zdrowotność pszenżyta ozimego, (3) opłacalność nalistnych zabiegów ochrony przed chorobotwórczymi patogenami oraz ekonomiczną efektywność produkcji ziarna, (4) energetyczną efektywność produkcji ziarna pszenżyta ozimego, (5) możliwości wykorzystania pszenżyta w produkcji bioetanolu.

Pszenżyto ozime występuje w dwóch formach morfologicznych: odmiany długosłome i półkarłowe (Jaśkiewicz 2007). Odmiany półkarłowe charakteryzują się odmiennymi wymaganiami agrotechnicznymi. Są bardziej odporne na wyleganie (krótsze źdźbło), dzięki czemu stają się szczególnie przydatne do intensywnej uprawy, w tym do lepszego wykorzystania wyższych dawek azotu. Poznanie reakcji form krótkosłomych na zróżnicowany poziom nawożenia azotem i skwantyfikowanie jego wpływu na jakość przemiałową i technologiczną ziarna i mąki do produkcji pieczywa otworzyłoby nowe horyzonty ekspansji tej rośliny. Doświadczeń z takim genotypem pszenżyta dotychczas nie przeprowadzano. Dlatego też podjęto badania, których celem było określenie wartości przemiałowej i wypiekowej ziarna odmian półkarłowych pszenżyta ozimego uprawianego w warunkach zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem (**publikacja nr 1**). W hipotezie badawczej założono, iż wyselekcjonowane odmiany pszenżyta ozimego (*Gniewko* i *Alekto*) przy odpowiedniej dawce azotu będą spełniały wymagania jakościowe, jakie stawiane są ziarnu przeznaczonemu do wyrobu pieczywa oraz wyznaczą nowy – chlebowy – kierunek

użytkowania mąki pszenżytniej. Wybrane do eksperymentu odmiany charakteryzują się jakością białka, zbliżoną do pszenicy. Zawierają większy udział prolamin, szczególnie HMW glutenin. W dotychczasowym piśmiennictwie naukowym nie zamieszczono wyników badań uwzględniających charakterystykę jakościową ziarna powyższych odmian pszenżyta ozimego.

Ziarno pszenżyta w niniejszych badaniach charakteryzowało się masą objętościową na poziomie 68,5-71,4 kg·hl⁻¹, która była istotnie różnicowana dawką azotu. Największą masę objętościową ziarna pszenżyta otrzymano z obiektów nawożonych dawką 90 kg N·ha⁻¹. Z interakcji odmian z poziomami nawożenia azotem wynika jednak, że odmiana *Gniewko* reagowała uzyskaniem największej gęstości ziarna w stanie zsypanym w obiektach nawożonych w dawce 60 i 90 kg N·ha⁻¹, a odmiana *Alekto* na poziomie 90 i 120 kg N·ha⁻¹.

Wyciąg mąki uzyskanej z ziarna ocenianych odmian pszenżyta wahał się od 64,8 do 67,8% i należy ocenić go jako niski. Istotnie większą (o 3%) wydajność mąki otrzymano z surowca odmiany *Alekto*. Najbardziej korzystny wyciąg mąki uzyskano stosując 60 lub 90 kg N·ha⁻¹, a dalszy wzrost poziomu nawożenia azotem powodował istotną obniżkę wartości liczbowej tego wyróżnika. W badaniach Ceglińskiej i in. (2005) wykazano, że zwiększenie dawki azotu wpływa na zmniejszenie wydajności mąk pszenżytnich. Natomiast inni autorzy (Sobczyk i in. 2009) notowali nieznaczny wzrost wydajności mąki po zwiększeniu dawki azotu z 40 kg N·ha⁻¹ do 120 kg N·ha⁻¹.

O wartości wypiekowej ziarna decyduje zawartość białka. W surowcu na cele chlebowe ziarno powinno zawierać nie mniej niż 11,5% (Warechowska i Domańska 2006). W ziarnie badanych odmian zawartość białka kształtowała się od 9,6 do 11,8% i zależała istotnie od poziomu nawożenia azotem. Zwiększenie dawki azotu pod pszenżyto skutkowało wzrostem zawartości tego składnika, a jego istotny przyrost notowano do poziomu 120 kg N·ha⁻¹. Minimalną zawartość białka w ziarnie przeznaczonym na cele chlebowe uzyskano jedynie przy nawożeniu pszenżyta w dawce 120 i 150 kg N·ha⁻¹. Dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a zawartością białka w ziarnie pszenżyta potwierdziła także przeprowadzona analiza korelacji ($r = 0,7738$).

Z punktu widzenia piekarstwa bardzo ważna w mące jest ilość i skład białek glutenowych (Koehlera i in. 2010). Ziarno przeznaczone do przetwórstwa na mąkę chlebową powinno zawierać minimum 25% glutenu mokrego. Składnik ten odgrywa bowiem istotną rolę w procesach technologicznych związanych z wyrabianiem ciasta i wypiekiem chleba. Zawartość glutenu mokrego w ziarnie w niniejszych badaniach była mała, wahała się od 10,4 do 18,7%, co nie spełniało wymaganego minimum. Jego ilość w ziarnie nie była istotnie

różnicowana odmianą i poziomem nawożenia azotem. Zanotowano jedynie tendencję do większej zawartości glutenu mokrego w ziarnie odmiany *Alekto* w warunkach zwiększenia dawek azotu do poziomu $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała jednak istotny, lecz nieco słabszy niż w przypadku zawartości białka, związek pomiędzy poziomem nawożenia azotem a zawartością glutenu mokrego w ziarnie ($r = 0,5892$).

Wskaźnik sedymentacyjny w opisywanych badaniach kształtował się na poziomie od 35,6 do 48,5 ml, co świadczy o słabej jakości glutenu. Jego wartość zależała od odmiany i poziomu nawożenia azotem. Istotnie większy poziom sedymentacji uzyskano dla białek z ziarna odmiany *Alekto*. Zwiększenie dawki azotu wpływało korzystnie na układ białkowy oceniony testem SDS, z tym, że u odmiany *Gniewko* wzrost ten notowano do poziomu $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a u odmiany *Alekto* do dawki $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Na korzystne oddziaływanie wzrastających dawek azotu na wartość wskaźnika sedymentacyjnego wskazywały wcześniej wyniki badań uzyskane przez Biskupskiego (2000) oraz Ceglińską i in. (2005).

Aktywność amylolityczna ziarna pszenżyta była wysoka (niskie liczby opadania w przedziale 118-164 s.) i słabo zróżnicowana czynnikiem odmianowym i nawozowym. Wysoką aktywność amylolityczną mąk pszenżytnich wykazały również wyniki badań Ceglińskiej i Habera (2001). Ceglińska i in. (2005) stwierdzili zależność liczby opadania od odmiany i poziomu nawożenia azotem.

Barwa mąki była różnicowana jedynie czynnikiem odmianowym. Istotnie jaśniejszą mąkę uzyskano z ziarna odmiany *Alekto*. Działanie czynników odmianowego i nawozowego na wodochłonność mąki były statystycznie nieistotne. Zanotowano jedynie trend do nieco korzystniejszej zdolności chłonności wody przez mąkę z ziarna odmiany *Gniewko*. Również Ceglińska i in. (2005) nie uzyskali istotnych różnic w wodochłonności mąki w zależności od odmiany i dawki azotu.

Czas rozwoju ciasta i jego stałość były istotnie różnicowane poziomem nawożenia azotem. Zwiększenie dawek azotu pod pszenżyto skutkowało uzyskaniem ciasta o dłuższym rozwoju, przy czym różnice istotne zanotowano między dawką 60 a $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Najkorzystniejszą stałość ciasta uzyskano z mąki wyprodukowanej z ziarna pszenżyta nawożonego w dawce $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Analiza korelacji wykazała dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a czasem rozwoju ciasta i jego stałości (odpowiednio $r = 0,6277$ i $r = 0,681$). Ciasto otrzymane z mąki surowca odmiany *Gniewko* w porównaniu do *Alekto* wykazywało jedynie niewielką tendencję do poprawy cechy stałości.

Wpływ odmiany i poziomu nawożenia azotem na rozmiękczenie ciasta był nieistotny. Nieco większą wartość rozmiękczenia (ciasto o gorszej jakości) uzyskano z mąki ziarna odmiany *Gniewko* i w obiektach nawożonych azotem w dawce $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Chleb uzyskany w wypieku laboratoryjnym charakteryzował się słabą objętością, która wahała się od 507 do 548 cm^3 . Nie wykazano istotnego wpływu odmian i poziomu nawożenia azotem na badaną cechę chleba. Czynniki odmianowy i nawozowy nie modyfikował także istotnie wydajności chleba, co potwierdziły wcześniejsze wyniki uzyskane przez Ceglińską i in. (2005).

Eksperymentalny surowiec pochodzący z odmian półkarłowych pszenżyta ozimego *Alekto* i *Gniewko* uprawianego w warunkach różnych dawek azotu nie spełniał wymagań co do wartości wypiekowej, jakie stawia się ziarnu przeznaczonemu do wyrobu dobrej jakości pieczywa. Decydowały o tym głównie niska liczba opadania (wysoka aktywność α -amylazy) oraz mała zawartość i niska jakość glutenu mokrego w ziarnie, które nie pozwalały na wytworzenie ciasta o dobrych cechach farinograficznych, a także odpowiednio wysokiej wydajności i objętości chleba. Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotny, dodatni związek pomiędzy nawożeniem azotem a zawartością białka i glutenu mokrego w ziarnie pszenżyta ozimego oraz rozwojem i stałością ciasta.

Jaśkiewicz (2009b) twierdzi, iż otrzymanie plonów zbliżonych do potencjału hodowlanego danej odmiany jest możliwe w warunkach spełnienia jej wymagań agrotechnicznych, dlatego istnieje konieczność określenia reakcji odmian na podstawowe czynniki agrotechniczne. Z tego też względu w badaniach tu interpretowanych półkarłowa odmiana pszenżyta ozimego *Gniewko* została oceniona pod względem produktywności (**publikacja nr 2**). Wolumen plonu i jego elementów składowych zależał od warunków klimatycznych w latach badań (2009-2011). Najwyższą liczbę kłosów odnotowano w roku 2010. Istotnie mniej kłosów na jednostce powierzchni odnotowano w latach 2009 i 2011, odpowiednio o 3 i 9%. Były to lata mokre, o wilgotności przekraczającej 10-16% sumę opadów z wielolecia. Nawożenie azotem, jak i ochrona fungicydowa nie miały różnicującego wpływu na wartości tej składowej plonu. Sposób ochrony przed patogenami nie wpłynął istotnie na obsadę kłosów pszenżyta ozimego. Również w badaniach Jaśkiewicz (2011) intensywność zastosowanej ochrony przed chorobami pszenżyta nie różnicowała istotnie obsady kłosów na 1 m^2 . Natomiast w badaniach Dubisa i in. (2000) sposób ochrony pszenżyta powodował istotny wpływ na obsadę kłosów na 1 m^2 , a pszenżyto znajdujące się na obiekcie z dwukrotną ochroną fungicydową odznaczało się najlepszym zagęszczeniem łanu.

Liczba ziaren w kłosie była istotnie różnicowana poziomem nawożenia azotem. W miarę zwiększania aplikacji tego składnika obserwowano wyższą wartość omawianej cechy. Jednak nawożenie azotem nie odegrało znaczącej roli w kształtowaniu masy ziaren z kłosa. Analiza statystyczna wykazała istotny wzrost masy ziaren z pojedynczego kłosa w miarę zwiększania intensywności liczby zabiegów ochrony fungicydowej. Masa ziarna mieściła się między 1,34 g w przypadku stosowania samej zaprawy a 1,44 g przy ochronie pełnej. Na masę 1000 ziaren istotnie wpływały warunki klimatyczne panujące w latach badań, nawożenie azotem i poziom ochrony przed chorobami grzybowymi. Najniższą masę 1000 ziaren odnotowano w roku o wyraźnym niedoborze opadów w kwietniu – 35,30 g. Najwyższą zaś MTZ – 41,15 g w roku o zbliżonej do optymalnej, wymaganej przez pszenżyto wilgotności w okresie wiosennym. Wzrastające dawki azotu obniżały masę 1000 ziaren. Dorodność ziarna zależała również w sposób istotny od intensywności ochrony przed chorobami – była najkorzystniejsza przy pełnej ochronie (zaprawa nasienna + dwa zabiegi nalistne). Istotnie mniejszą wartością omawianego elementu struktury plonu odznaczało się ziarno pochodzące z obiektów, na którym zastosowano jeden nalistny zabieg chemiczny, a najmniej dorodne ziarno zebrano z obiektów chronionych przed patogenami wyłącznie zaprawą nasienną.

Najmniej korzystny dla plonowania pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* był układ warunków pogodowych w 2011 roku, w którym odnotowano najmniejszą liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Istotnie większe plony pszenżyto wydało w 2009 i 2010 roku, latach o istotnie większej liczbie kłosów na 1m^2 . Różnica w plonach ziarna pomiędzy najkorzystniejszym a najgorszym dla plonowania pszenżyta roku wynosiła 7,1%. Odnotowano istotnie większy plon ziarna (o $0,55\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) już po zastosowaniu $60\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zwiększenie dawki azotu do 90 kg powodowało również istotny przyrost plonu. Największy plon uzyskano z obiektów nawożonych dawką $150\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, nie była to już wartość statystycznie istotnie lepsza w stosunku do dawki 90 kg .

Najsłabszy efekt plonochronny w regulacji chorób grzybowych uzyskano w wyniku zastosowania tylko zaprawionego materiału siewnego (*triadimenol + imazalil + fuberidazol*). Istotnie więcej ziarna pszenżyta zebrano z obiektów z zaprawą nasienną i jednym nalistnym zabiegiem chemicznym (*spiroksamina + protiokonazol*) w fazie pierwszego kolanka BBCH 31. Największy plon zebrano z obiektów, na których zastosowano oprócz zaprawy ziarna dwa zabiegi nalistne (*spiroksamina + protiokonazol*) w fazie pierwszego kolanka BBCH 31 i (*tebukonazol + protiokonazol*) w fazie pełni kłoszenia BBCH 58. Średnio w okresie badawczym z obiektów chronionych tylko zaprawą nasienną zebrano o $0,45\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (5,4%)

mniej ziarna niż z obiektów chronionych dodatkowo jednym zabiegiem nalistnym. Również dwa nalistne opryskiwania fungicydowe zwiększyły istotnie plon o $0,52 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (6%), w porównaniu do obiektów, na których pszenżyto chroniono jednym zabiegiem.

W 2009 roku (o najwyższej sumie opadów w sezonie wegetacyjnym), rośliny z obiektów kompleksowo chronionych wydały większy o $1,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ plon w porównaniu do obiektów z najniższymi nakładami na środki ochrony roślin. Również Koziara i in. (2015) stwierdzili, że zastosowanie najintensywniejszego z ocenianych sposobów ochrony fungicydowej powodowało uzyskanie największego plonu ziarna. W badaniach własnych plony ziarna pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* były bardzo duże. Zmienność plonowania miała dość wąski zakres. Powodem mogła być uprawa pszenżyta po bardzo dobrym przedplonie oraz wysoka zawartość azotu mineralnego w glebie. Z wyliczonego równania regresji między dawką azotu a plonem ziarna, wynika, że maksymalny plon ziarna w eksperymencie polowym z odmianą *Gniewko* można otrzymać na dawce $145 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Przez wiele lat pszenżyto uważano za zboże mało podatne na choroby powodowane przez grzyby (Wakuliński i in. 2007). W ostatnich latach obserwuje się gwałtowne załamanie odporności na: septoriozę plew, rdzę brunatną (Jańczak i Pawlak 2002, Filoda 2009) oraz mączniaka prawdziwego (Wakuliński i in. 2007, Czembor i in. 2013).

Ze względu na duży udział roślin zbożowych w strukturze zasiewów ta grupa roślin uprawiana jest po sobie. Prowadzi to do nasilenia występowania chorób, pomimo faktu, iż pszenżyto charakteryzowało się dużą odpornością (niestety monogenową) na choroby (Parylak i Wojtała 2008, Małecka i in. 2010). Dane wskazują, iż straty plonów spowodowane występowaniem chorób mogą sięgać 10–30%. Porażenie próbuje się ograniczać przez dobór odmian odpornych na porażenie oraz stosując różne zabiegi, m.in. zabiegi agrotechniczne czy ochrony chemicznej fungicydem (Lemańczyk 2011). Opanowywanie roślin pszenżyta przez choroby, oprócz dużych strat w plonie ziarna, powoduje również pogorszenie jego jakości. Niezbędne staje się więc prowadzenie badań nad zwalczaniem najważniejszych patogenów przy zróżnicowanym ich nasileniu oraz bieżąca analiza osiągniętych ekonomicznych efektów. Celem badań (**publikacja nr 3**) było określenie nasilenia występowania chorób liści i kłosów pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* chronionego fungicydami, w warunkach zróżnicowanej dawki nawożenia azotem. W hipotezie badawczej założono, iż zwiększenie liczby zabiegów ochronnych przyczyni się do ograniczenia porażenia roślin.

Ocena porażenia przez grzyby wykonana w fazie dojrzałości mleczej pszenżyta ozimego wykazała coroczne wystąpienie na liściach podflagowych i flagowych: septoriozy liści (*Septoria tritici*), brunatnej plamistości liści (*Pyrenophora tritici repens* Died.), rdzy

brunatnej (*Puccinia recondita* Dietel & Holw.), rynchosporiozy zbóż (*Rhynchosporium secalis* Oudem.). Na kłosach pszenżyta ozimego wystąpiła septorioza plew (*Septoria nodorum* Berk.) i fuzarioza kłosów (*Fusarium* spp.). Natomiast mączniak prawdziwy zbóż i traw (*Blumeria graminis* DC.) (zarówno na liściach jak i kłosie) wystąpił tylko w 2010 roku o najkorzystniejszych warunkach dla rozwoju chorób grzybowych (znamiennie, że z najniższą sumą opadów w trzyletnim okresie badawczym).

Jednokrotny zabieg nalistny (*spiroksamina* + *protiokonazol* w fazie pierwszego kolanka BBCH 31) nie wpływał istotnie na ograniczenie występowania chorób. Istotne ograniczenie występowania septoriozy liści, rdzy brunatnej oraz mączniaka prawdziwego zaobserwowano na liściach podflagowych i flagowych oraz septoriozy plew i mączniaka prawdziwego na kłosach po zastosowaniu drugiego zabiegu nalistnego (*tebukonazol* + *protiokonazol*) w fazie pełni kłoszenia BBCH 58).

Septorioza plew oraz rynchosporioza zbóż wystąpiły we wszystkich latach badań. W najmniejszym stopniu liście pszenżyta ozimego zainfekowane zostały w 2011 roku. Był to rok o niskiej wilgotności w czerwcu. Rdza brunatna w największym nasileniu opanowała liście w drugim roku badań. Dwukrotny nalistny zabieg fungicydowy istotnie ograniczał występowanie tej choroby. Badane czynniki doświadczenia nie różnicowały istotnie stopnia wystąpienia rynchosporiozy zbóż. Występowanie mączniaka prawdziwego stwierdzono tylko w 2010 roku, zarówno na liściach, jak i kłosach pszenżyta ozimego.

Istotne zróżnicowanie porażenia liści flagowych pod wpływem nawożenia azotem odnotowano w drugim roku badań przez *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) oraz kłosów przez *Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller). Również w badaniach Panasiewicz i in. (2012) nawożenie azotem istotnie zwiększało procent porażenia powierzchni liści i kłosa przez choroby grzybowe. Tylko w 2010 roku zwiększenie intensywności ochrony roślin do dwóch zabiegów nalistnych (*spiroksamina* + *protiokonazol* w fazie pierwszego kolanka i *tebukonazol* + *protiokonazol* w fazie pełni kłoszenia) powodowało istotne ograniczanie nasilenia chorób grzybowych zarówno na liściach podflagowych i flagowych (*Phaeosphaeria nodorum* (Berk.), *Puccinia recondita* (Dietel & Holw.), *Blumeria graminis* (DC.), jak i kłosie (*Phaeosphaeria nodorum* (E. Müller), *Blumeria graminis* (DC.)).

Ekonomiczna efektywność wyraża się stosunkiem między wartością poniesionych nakładów a wartością efektów uzyskanych dzięki tym nakładom. Ma ścisły związek z efektywnością techniczno-ekonomiczną, przedstawiającą stosunek między ilością zużytych materiałów a ilością produkowanych dóbr. O optymalnej efektywności procesów produkcyjnych można mówić wówczas, gdy przynoszą najlepsze w danych warunkach efekty

w wymiarze produkcyjnym i ekonomicznym (Kołoszko-Chomentowska 2006). Ekonomiczna ocena efektywności zastosowanej technologii uprawy umożliwia właściwy jej wybór w gospodarstwie (Krasowicz 2004). Jednym z ważniejszych aspektów prowadzonej produkcji jest poziom stosowanego nawożenia. Jego wymiar ilościowy bezpośrednio łączy się z efektywnością nawożenia.

O opłacalności uprawy pszenżyta decyduje intensywność stosowanych technologii. Jednym z jej wyznaczników jest intensywność ochrony roślin (Jaśkiewicz 2009a). Istotnym zagadnieniem jest bieżąca analiza uzyskiwanych efektów ekonomicznych wykonywanych zabiegów zwalczania agrofagów. W **publikacji nr 4**, w hipotezie badawczej założono, iż zwiększenie liczby nalistnych zabiegów ochrony fungicydowej pozwoli na uzyskanie wyższej wartości produkcji ziarna, a w rezultacie wpłynie na wyższą ekonomiczną efektywność produkcji ziarna pszenżyta ozimego.

Zastosowanie określonej ochrony roślin – jej poziomu czy doboru środka, zależy od oceny zagrożeń na plantacji, ale także od możliwości finansowych gospodarstwa. Ochrona roślin jest jednym z najtrudniejszych elementów produkcji rolniczej. Dążenie do zwiększenia precyzji w tym zakresie ma na celu poprawę efektywności produkcji i jakości żywności.

Wskaźnik pokrycia kosztów kształtował się w dość wąskich granicach (0,6–2,1), średnio za okres trzech lat wyniósł 1,3. Świadczy to i niskiej efektywności stosowanych środków ochrony przed grzybami. Zwiększenie opłacalności produkcji pszenżyta ozimego powinno uwzględniać lustrację plantacji i rozpoznanie chorób, a stosowanie zabiegów fungicydowych należy ograniczać do koniecznych przypadków wyznaczonych przez tzw. progi szkodliwości.

Celem badań, których wyniki zamieszczono w **publikacji nr 5** była ocena ekonomicznej sprawności technologii produkcji półkarłowego pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko*. Do oceny ekonomicznej technologii produkcji wykorzystano metodę opartą na standardowej nadwyżce bezpośredniej (*Standard Gross Margin*). Rachunek przeprowadzony dla pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* wykazał różną sprawność ekonomiczną analizowanych technologii produkcji. Zdecydowanie bardziej konkurencyjna okazała się technologia największego plonu, gdzie nadwyżka bezpośrednia była wyższa o 25,2% niż w technologii najniższego plonu. Wskaźnik wykorzystania kapitału był zbliżony w obu technologiach i przyjmował wartości: 5,09 dla technologii najniższego plonu i 4,79 dla technologii najwyższego plonu. Nakłady pracy ogółem na 1 tonę produktu głównego (wskaźnik pracochłonności produkcji), wielkość produkcji na 1 godzinę pracy ogółem (wskaźnik technicznej wydajności pracy) oraz wartość produkcji przypadająca na 1 godzinę

nakładów pracy ogółem (wskaźnik wydajności pracy) były korzystniejsze dla technologii najwyższego plonu. Nawożenie mineralne stanowiło najwyższy udział w obu porównywanych technologiach produkcji. Przyrost wartości plonu (o 35,9%) pod wpływem intensyfikacji produkcji pokrywał w pełni przyrost wartości kosztów bezpośrednich. Ze względów ekonomicznych intensyfikacja produkcji pszenżyta ozimego jest możliwa i opłacalna. Przyrost wartości produkcji był wyższy od przyrostu ponoszonych na nią kosztów.

Celem kolejnych badań było określenie wpływu nawożenia azotem oraz zróżnicowanej ochrony fungicydowej na skład chemiczny ziarna pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* (publikacja nr 6). Stosowane poziomy nawożenia azotem oraz ochrona fungicydowa nie różnicowały istotnie zawartości P, K i Mg w ziarnie pszenżyta. Natomiast zawartość azotu i wapnia w ziarnie pszenżyta zmieniała się istotnie pod wpływem wzrastających dawek azotu. Zawartość badanych makroelementów w suchej masie ziarna pszenżyta ozimego kształtowała się na poziomie średnim (fosfor, potas i magnez) oraz niskim (wapń).

Zawartość fosforu, potasu i wapnia istotnie różnicowały warunki pogodowe występujące w latach badań. Większe zawartości w ziarnie wymienionych makroskładników odnotowano w trzecim roku badań. Był to rok charakteryzujący się najwyższymi opadami w lipcu. Natomiast największą zawartość azotu stwierdzono w ziarnie zebranym w drugim roku badań. Był to sezon wegetacyjny z najniższą sumą opadów. Średnia zawartość fosforu w ziarnie pszenżyta ozimego wynosiła $4,39 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Nie potwierdzono istotnego wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość tego składnika w ziarnie. Odnotowano jednak tendencję wyższej zawartości fosforu w ziarnie z obiektów nawożonych większymi dawkami azotu.

Ziarno odmiany *Gniewko* charakteryzowało się średnią zawartością potasu ($4,89 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Wzrostowi zawartości potasu w ziarnie pszenżyta ozimego sprzyjała intensyfikacja nawożenia azotem. Największą zawartością potasu charakteryzowało się ziarno z obiektów nawożonych dawką 120 i $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Średnia zawartość wapnia w ziarnie pszenżyta ozimego wynosiła $0,580 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Badania dowiodły istotny wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość wapnia w ziarnie pszenżyta. Wyższą o 20% zawartość omawianego makroelementu odnotowano w obiektach nawożonych azotem w dawkach przekraczających $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Średnia zawartość magnezu w ziarnie pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko* kształtowała się na poziomie $1,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Analiza wariancji nie wykazała statystycznie

udowodnionego wpływu badanych czynników na zawartość magnezu w ziarnie pszenżyta ozimego.

W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących różnicującego wpływu fungicydów na zawartość makroskładników w ziarnie pszenżyta ozimego. W niniejszych badaniach nie odnotowano istotnych zmian zawartości badanych makroelementów w ziarnie pod wpływem stosowania fungicydów. Średnio z 3 lat badań, wyższą akumulację fosforu uzyskano w ziarnie pszenżyta chronionego tylko zaprawą nasienną. Podobną tendencję zaobserwowano odnośnie wapnia. Natomiast akumulacji potasu w ziarnie pszenżyta ozimego bardziej sprzyjała ochrona fungicydowa, gdzie odnotowano większą zawartość tego makroelementu w ziarnie z obiektów chronionych co najmniej jednym zabiegiem nalistnym.

W rolnictwie ze względu na wieloetapowość procesów produkcji szczególnego znaczenia nabiera energetyczna efektywność technologii produkcji (Wójcicki 2005). Węgrzyn i Zajac (2008) podkreślają, iż racjonalną działalność gospodarczą cechuje oszczędne oraz wydajne wykorzystanie zasobów pracy ludzkiej i środków produkcji, a przede wszystkim dążenie do maksymalizacji efektów energetycznych prowadzonej produkcji. Zdaniem Pawłaka (2012), czynnikiem wymuszającym poprawę efektywności nakładów energii w produkcji rolniczej są również rosnące ceny jej nośników. W tej sytuacji konieczne jest poszukiwanie rozwiązań prowadzących do poprawy efektywności nakładów energetycznych, która jest jednym z warunków zwiększenia konkurencyjności gospodarki, a pośrednio sprzyja poszanowaniu środowiska naturalnego. Bardzo ważną kwestią jest też monitorowanie zmian poziomu tej efektywności.

Celem badań, których wyniki zamieszczono w **publikacji nr 7** było określenie energetycznej efektywności produkcji ziarna pszenżyta ozimego w zależności od ilości zaangażowanych środków produkcji. Efektywność energetyczna produkcji ziarna pszenżyta ozimego została oceniona dla najmniejszego, średniego oraz największego plonu uzyskanego w doświadczeniu polowym.

Całkowite nakłady energetyczne poniesione na produkcję pszenżyta ozimego wyniosły średnio $17,98 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$ i były największe w technologii tzw. największego plonu ($21,74 \text{ GJ}\cdot\text{ha}^{-1}$) z wariantem najwyższego poziomu nawożenia azotem ($150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i pełnej ochronie fungicydowej (zaprawa nasenna – *triadimenol* + *imazalil* + *fuberidazol*) i dwa nalistne zabiegi – (*spiroksamina* + *protiokonazol* w fazie pierwszego kolanka oraz *tebukonazol* + *protiokonazol* w fazie pełni kłoszenia). Najbardziej energochłonną operacją produkcyjną było nawożenie mineralne, kumulując od 37,7 do 64,6% energii całkowitej wydatkowanej na technologię uprawy pszenżyta ozimego. W badaniach Budzyńskiego i in.

(2000) nakłady energii skumulowanej na nawożenie pszenżyta ozimego wynosiły ok. 12 GJ·ha⁻¹, co stanowiło około 50% wszystkich nakładów energii na technologię uprawy.

Największy uzysk energii skumulowanej w produkcji pszenżyta ozimego odnotowano w technologii wysokonakładowej. Powyższy wskaźnik w technologii o najniższych nakładach na środki produkcji był o 23,5% mniejszy. Największa energochłonność jednostkowa produkcji pszenżyta ozimego była również w technologii wysokonakładowej. Natomiast technologia najniżej plonująca pozwoliła obniżyć energochłonność jednostkową produkcji o 24,5%. Zdaniem Budzyńskiego i Bielskiego (2006) istnieje potrzeba obniżenia jednostkowej energochłonności produkcji ziarna przez lepsze wykorzystanie N_{min} gleby, terminu nawożenia i jego interakcję z ochroną chemiczną. Największą wartością wskaźnika efektywności energetycznej (9,86) charakteryzowała się technologia najmniejszego plonu. Wzrost poziomu nawożenia azotem o 90 kg·ha⁻¹ spowodował obniżenie efektywności energetycznej o 23% (technologia średniego plonu). Dalsze zwiększenie dawki azotu oraz dodatkowy zabieg fungicydowy pozwoliły na osiągnięcie największego plonu, jednakże technologia ta charakteryzowała się najniższym wskaźnikiem efektywności energetycznej (7,44).

Jednoroczne rośliny energetyczne ze względu na krótką rotację mogą w zależności od zapotrzebowania, w relatywnie krótkim czasie być źródłem surowca. W Polsce przewagę stanowią gleby lekkie, a pszenżyto ze względu na niezbyt wysokie wymagania glebowe jest postrzegane jako potencjalnie najkorzystniejszy surowiec spośród zbóż kłosowych do produkcji bioetanolu (Marciniak i Banaszak 2006).

Hipoteza badawcza zakładała (**publikacja nr 8**), iż pszenżyto ozime dzięki ograniczonym nakładom energetycznym, wydatkowanym na produkcję surowca, może charakteryzować się wysoką energetyczną sprawnością produkcji bioetanolu. Wyniki badań oraz przeprowadzone obliczenia pozwoliły na określenie sprawności energetycznej produkcji biomasy pszenżyta ozimego, określanego wskaźnikiem EROEI (*Energy Return on Energy Investment*) (Murphy i in. 2011).

Technologia wysokonakładowa dostarczyła o 34% wyższy plon bioetanolu z jednostki powierzchni. Nakłady energii wydatkowane na pozyskanie surowca wyniosły 25–33% wartości energetycznej bioetanolu. W produkcji bioetanolu z ziarna pszenżyta, nakłady energii poniesione na przetworzenie surowca są bardzo wysokie i wynoszą ok. 49% nakładów całkowitych. Najkorzystniejszą wartość wskaźnika EROEI (1,35:1) odnotowano w technologii charakteryzującej się najniższym zapotrzebowaniem na energię. Otrzymana wartość wskaźnika EROEI jest jednak niezadowalająca. Hall i in. (2009) zaznaczają, że

minimalna wartość wskaźnika EROEI powinna wynosić co najmniej 3, gwarantując ekonomiczną opłacalność produkcji biopaliwa.

Prezentowany zbiór publikacji naukowych, powiązanych tematycznie, pod tytułem *Wieloaspektowa ocena produkcji półkarłowego pszenżyta ozimego* wnosi wiele nowych elementów zarówno z naukowego, jak i pragmatycznego punktu widzenia w zakresie uprawy i wykorzystania ziarna pszenżyta ozimego. Dokonano oceny wartości technologicznej ziarna pszenżyta ozimego *Gniewko* i *Alekto*. Dotychczas w literaturze nie opublikowano wyników badań cech jakościowych ziarna i mąki powyższych odmian. Określono skład chemiczny (N, P, K, Ca, Mg) ziarna pszenżyta odmiany *Gniewko* pod wpływem nawożenia azotem i oraz ochrony przed patogenami. W literaturze spotyka się teorie wskazujące na większą zmienność składu chemiczno-biochemicznego między odmianami pszenżyta ozimego w porównaniu z innymi zbożami. Skwantyfikowano wpływ poziomu nawożenia azotem i ochrony fungicydowej na wielkość plonu i jego strukturę. Wyliczono dawkę azotu, przy której uzyskano największy plon ziarna pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko*. W przeprowadzonych badaniach określono również nasilenie występowania chorób liści i kłosów pszenżyta ozimego chronionego fungycydami, w warunkach zróżnicowanej dawki nawożenia azotem oraz przeprowadzono ocenę ekonomiczną stosowanych zabiegów fungicydowych. Przeprowadzono analizę ekonomicznej efektywności technologii produkcji pszenżyta ozimego różniących się ilością zastosowanych środków produkcji. Określono sprawność energetyczną technologii produkcji ziarna pszenżyta ozimego oraz oceniono efektywność energetyczną produkcji bioetanolu z ziarna pszenżyta.

Spis literatury cytowanej w niniejszym podsumowaniu osiągnięcia

1. Aguirre A., Borneoa R, León A.E. 2011. Properties of triticale flour protein based films. LWT - Food Science and Technology, 44, (9): 1853-1858.
2. Biskupski A. 2000. Wpływ dwóch poziomów nawożenia azotem na właściwości fizyczne, przemiałowe i biochemiczne oraz wartość wypiekową odmian pszenżyta. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Agricultura, 82, 206: 19-24.
3. Budzyński W., Bielski S. 2006. Effects of selected factors in production of brewery grain of spring barley. p. 33-36. Kompendium Conference "Úspěšné plodiny pro velký trh" CZUS, 13-17.02. 2006.
4. Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. Pam. Puł. 135: 33-44.
5. Budzyński W., Dubis B., Wróbel E. 2000. Ekonomiczna i energetyczna efektywność różnych sposobów pielęgnacji i nawożenia pszenżyta ozimego. Folia Univ. Agric. Stetin. 206 Agricultura (82): 31-38.
6. Ceglińska A., Cichy H., Cacak-Pietrzak G., Haber T., Smuga W. 2006. The use of triticale for bread production. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura, (100): 39-44.
7. Ceglińska A., Haber T. 2001. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenżyta ozimego. Biul. IHAR, 218/219: 315-321.
8. Ceglińska A., Samborski S., Rozbicki J., Cacak-Pietrzak, G., Haber T. 2005. Estimation of milling and baking value for grain of winter triticale varieties depending on nitrogen fertilization. Pam. Puł., 139: 39-46.
9. Czembor H., Doraczyńska O., Czembor J. 2013. Odporność odmian pszenżyta na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* ff. ssp.) występującego w Polsce. Biuletyn IHAR, 267: 3- 16.
10. Domska, D., Koc, J., Procyk, Z., Rogalski, L., Rytelowski, A. 1997. Porównanie wpływu zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na zawartość białka i jego jakość w ziarnie pszenżyta, pszenicy i żyta uprawianych w północno-wschodniej Polsce. Zeszyty Naukowe AR Szczecin, 175(65), 91-97.

11. Dubis B., Szempliński W., Jabłoński H. 2000. Reakcja pszenżyta ozimego na sposób odchwaszczania i zwalczania chorób. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 82: 57-62.
12. Estrada-Campuzano G., Slafer G. A., Miralles D. J. 2012. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Research*, 128: 167-179.
13. Gambuś H., Cygankiewicz A., Haber T., Nowotna A., Sabat R. 2000. Ocena wartości technologicznej pszenżyta ozimego z dwóch kolejnych lat uprawy. *Folia Univ. Agric. Stetin. 206 Agricultura* (82): 63-66.
14. Gowda, M., Hahn, V., Reif, J.C., Longin, C.F.H., Alheit, K., Maurer, H.P., 2011. Potential for simultaneous improvement of grain and biomass yield in Central European winter triticale germplasm. *Field Crops Research*, 121: 153-157.
15. Hall C.A.S., Balogh S., Murphy D.J.R. 2009. What is the minimum EROI that a sustainable society must have? *Energies*, 2: 25-47.
16. Hansen R. 2012. Triticale: aviable alternative for iowa producers and livestock feeders? Iowa State University, Marceting Resource Center, 4: 1-2.
17. Jańczak C., Pawlak A. 2002. Rdza - corocznie występująca choroba zbóż. *Progress In Plant Protection* 42 (2): 864-867.
18. Jaśkiewicz B. 2007. Uściślenie agrotechniki półkarłowego pszenżyta ozimego. [w] *Studia i raporty IUNG PiB Wybrane elementy technologii produkcji roślinnej*, 9: 77-87.
19. Jaśkiewicz B. 2009a. Opłacalność uprawy pszenżyta w zależności od intensywności ochrony roślin. *Prog. Plant Prot.* (49)1: 34-39.
20. Jaśkiewicz B. 2009b. The reaction of new winter triticale varieties on agrotechnical factors. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 274 (12): 11-18.
21. Jaśkiewicz B. 2011. Wpływ intensywności ochrony roślin na plonowanie i elementy plonu niektórych odmian pszenżyta ozimego. *Progr. Plant Prot.*, 51: 576-580.
22. Jonnala R.S., Irmak S., Macritchie F., Bean S.R. 2010. Phenolics in the bran of waxy wheat and triticale lines. *Journal of Cereal Science*, 52: 509-515.
23. Koehlera P., Kieffera R., Wieser H. 2010. Effect of hydrostatic pressure and temperature on the chemical and functional properties of wheat gluten III. Studies on gluten films. *Journal of Cereal Science*, 51(1): 140-145.
24. Kołozsko-Chomentowska Z. 2006. Efektywność ekonomiczno-technologiczna produkcji roślinnej. *Pam. Puł.* 142: 179-185.
25. Kozłara W., Panasiewicz K., Sulewska H., Bieszczanski R. 2015. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i wartość siewną ziarna pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko*. *Fragm. Agron.*, 32 (1): 73-81.
26. Krasowicz S. 2004. Znaczenie oceny ekonomicznej w badaniach rolniczych. *Rocz. Nauk. SERiA*, 5: 65-70.
27. Lemańczyk G. 2011. Choroby podsuszkowe pszenżyta ozimego w wybranych rejonach polski. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 51(2): 662-667.
28. Małecka I., Bleharczyk A., Sawinska Z., Hagedorn M. 2010. Wpływ przedplonu i nawożenia na zdrowotność pszenżyta ozimego w doświadczeniu wieloletnim. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50(2): 935-938.
29. Marciniak K., Banaszak Z. 2006. Baza odmianowa dla produkcji zbóż do przetwórstwa w Polsce. *Przegląd Zboż-Młyn*, 11: 24-28.
30. McGoverin CM, Snyders F, Muller N, Botes W, Fox G, Manley M. 2011. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *J. Sci. Food. Agric.* 91:1155-1165.
31. Murphy D., Hall C., Dale M., Cleveland C. 2011. Order from Chaos: a preliminary protocol for determining the EROI of fuels. *Sustainability*, 3: 1888-1907.
32. Parylak D., Wojtala L. 2008. Ocena wpływu dorodności i zaprawiania materiału siewnego na zdrowotność i produktywność pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze. *Prog. Plant Prot. /Post. Ochr. Roślin* 48(3): 1081-1084.
33. Panasiewicz K., Kozłara W., Sawinska Z, Sulewska H. 2012. Wpływ deszczowania, ochrony fungicydowej i nawożenia azotem na zdrowotność pszenżyta ozimego odmiany *Gniewko*. *Prog. Plant prot. /Post. Ochr. Rośl.*, 52(2): 298-301.
34. Pattison A.L., Trethowan R.M. 2013. Characteristics of modern triticale quality: commercially significant flour traits and cookie quality. *Crop and Pasture Science*, 64(9): 874-880.
35. Pawlak J. 2012. Efektywność nakładów energii w rolnictwie polskim. *Roczniki Nauk Rolniczych*, 1: 121-128.
36. Sobczyk, A., Kogut, B., Surdel, M. 2009. Zmiany wartości przemiałowej wybranych odmian pszenżyta ozimego pod wpływem nawożenia azotowego. *Polskie Towarzystwo Gleboznawcze w Rzeszowie - Zeszyty Naukowe* 11, 243-249.
37. Wakuliński W., Zamorski Cz., Nowicki B. 2007. Podatność odmian i linii hodowlanych pszenżyta na porażenie przez *Blumeria graminis* (DC) Speer. *Progress In Plant Protection* 47: 361-365.
38. Warechowska M., Domańska D. 2006. Porównanie wskaźników przydatności technologicznej oraz zawartości mikroelementów w ziarnie wybranych odmian pszenżyta ozimego. *Folia Univ. Agric. Stein. Agricultura*, 247: 211-216.

39. Węgrzyn A., Zając G. 2008. Wybrane aspekty badań efektywności energetycznej technologii produkcji biomasy roślinnej. *Acta Agrophysica*, 11(3): 799-806.
40. Wójcicki Z. 2005. Metodyczne problemy badania energochłonności produkcji rolniczej. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1: 5-12.
41. Wójcicki Z. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. IBMER Warszawa 2000.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Moja praca naukowo-badawcza po doktoracie (oprócz 8 prac ujętych w osiągnięciu naukowym) została udokumentowana opublikowanymi 34 oryginalnymi, autorskimi bądź współautorskimi opracowaniami. Szczegółowy wykaz osiągnięć naukowych przedstawiam w załączniku 5, a ich strukturę w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz osiągnięć w pracy naukowej, pozycje opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora wraz z zestawieniem punktów (z wyłączeniem prac ujętych w osiągnięciu naukowym)

Wyszczególnienie	Liczba prac	Liczba punktów wg MNiSW*	IF
Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura	4	18	
Acta Scientiarum Polonorum, Oeconomia	1	9	
Annales UMCS Agricultura	4	21	
Fragmenta Agronomica	4	18	
Folia Oeconomica Stenensia	1	9	
Herba Polonica	1	8	
Hortorum Cultus	1	20	0,691
Pamiętnik Puławski	3	15	
Polish Journal of Natural Science	3	28	
Postępy Fitoterapii	1	5	
Progress in Plant Protection	1	12	
Przemysł Chemiczny	1	15	0,399
Roczniki Naukowe SERiA	1	8	
Więś i Rolnictwo	1	9	
Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Polityka Ekonomiczna	1	9	
Zeszyty Naukowe SGGW, Polityki Europejskie, Finanse i Marketing	1	9	
Materiały Konferencyjne indeksowane na Web of Science:			
Engineering for Rural Development	2	25	
15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015	1	15	
Agriculture & Forestry	1	15	
Inne prace punktowane			
Bulgarian Journal of Agricultural Science	1	4	
Rozdział w książce <i>Rośliny rolnicze</i> (współautorstwo rozdziału)	1	4	
RAZEM	34	276	1,09
Publikacje w wydawnictwach konferencyjnych:			
<i>Italian Journal of Agronomy</i>	1		
<i>Rural development</i>	1		
<i>Úspěšné plodiny pro velký trh</i>	2		
Czasopisma popularno-naukowe			
Farmer	1		
Poradnik Rolniczy	2		
Rolnicze ABC	1		

* - liczba punktów za publikacje zgodnie z rokiem opublikowania wg Wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wzwyższego

W 11 spośród 34 oryginalnych opracowań jestem jedynym lub pierwszym autorem. Zespołowy charakter większości moich prac wynika ze specyfiki specjalności naukowej, jaką reprezentuję (produkcja roślinna). W pracach zespołowych aktywnie uczestniczyłem we wszystkich etapach ich powstawania.

Zasadnicze kierunki moich zainteresowań badawczych (główne grupy tematyczne) koncentrują się przede wszystkim wokół następującej problematyki:

- 1) zintegrowane metody produkcji roślin zbożowych i zielarskich,
- 2) energetyczna i ekonomiczna ocena efektywności produkcji roślin uprawnych,
- 3) zapotrzebowanie, potencjał zasobów oraz wykorzystanie rolniczych surowców energetycznych.

Najwcześniej podjęty kierunek badawczy dotyczył różnorodnych aspektów siewów mieszanych (jęczmienia zwyczajnego formy jarej i owsa zwyczajnego formy jarej) w płodozmianie (**publikacje II B. 1-3, zał. 5**). Przedmiot badań stanowiła mieszanka jara złożona z jęczmienia i z owsa (po 50% udziału) oraz jednogatunkowe zasiewy powyższych zbóż. Stanowiły one element płodozmianów z 25, 50 i 75% udziałem ocenianych zbóż. Badania dowiodły, iż mieszanka jęczmienia jarego z owsem plonowała lepiej i stabilniej od jednogatunkowych zasiewów jej komponentów. Jest również bardziej tolerancyjna na dobór przedplonów i częstotliwość uprawy w płodozmianie. Badania, podejmowane w obszarze roślin zbożowych dotyczyły również jakości technologicznej ziarna (żyta zwyczajnego formy ozimej, pszenicy zwyczajnej formy ozimej oraz jęczmienia zwyczajnego browarnego formy jarej) (**publikacje II B. 4-5, 11-12, zał. 5**). Badania wykazały, iż ziarno badanych odmian żyta ozimego (*Amilo* odmiana populacyjna i *Esprit* odmiana mieszańcowa) charakteryzuje się wysokimi wartościami wszystkich określanych parametrów mąki i chleba, a ziarno form mieszańcowych nie ustępuje populacyjnym (**publikacja II B. 4, zał. 5**). Reakcja genotypów na poziom i termin aplikacji azotu, wyrażane cechami mąki i chleba, była taka sama. Badania z pszenicą zwyczajną dotyczyły określenia wpływu różnych poziomów nawożenia azotem (od 0 do 180 kg N·ha⁻¹) na wydajność i cechy technologiczne ziarna trzech polskich odmian ozimych: *Korweta*, *Mewa* i *Zyta* (**publikacja II B. 5, zał. 5**). Wykazano, że plon ziarna zwiększał się w miarę wzrostu dawek azotu do wysokości odpowiednio 143, 150 i 165 kg N·ha⁻¹. Przyrost zawartości białka ogółem w ziarnie występował do najwyższej z zastosowanych dawek N (180 kg·ha⁻¹). Istotnie najwyższy poziom białka notowano w ziarnie *Zyty*, najmniejszy w ziarnie *Mewy*. Najlepsze wartości cech określających jakość

wypieku uzyskano z ziarna odmiany *Zyta*, najgorsze z ziarna odmiany *Mewa*. Zawartość i jakość białka wzrastała do poziomu aplikacji najwyższych dawek azotu ($180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Inne badania nad jakością wybranych odmian pszenicy zwyczajnej formy ozimej (*Korweta* – grupa jakościowa A oraz *Sława* i *Mewa* – grupa jakościowa B) wykazały, że wszystkie badane odmiany cechuje wysoka wydajność i jednakowa reakcja na dawkę azotu wyrażająca się istotnym wzrostem plonu do poziomu $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Wartość przemiałowa mąki była cechą odmianową mało różnicowaną przez nawozy. Największy wyciąg mąki uzyskano z przemiału ziarna odmiany *Mewa*. Nawożenie azotem różnicowało tylko szklistość ziarna. Wzrastające dawki azotu wpływały pozytywnie na zawartość białka w ziarnie, wskaźnik sedymentacyjny SDS i zawartość glutenu. Stwierdzono także pozytywne oddziaływanie intensywnego nawożenia azotem na wodochłonność mąki, rozwój ciasta, stałość i rozmiękczenie ciasta, opór ciasta, rozciągliwość i energię ciasta.

Badania dotyczące jarego jęczmienia zwyczajnego znalazły swoje odzwierciedlenie w wielu publikacjach, m.in. **II B. 23-24, 31, II D. 2-3, zał. 5**. Określono zależność plonu nagoziarnistej odmiany *Rastik* i oplewionej – *Stratus* od zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem, a także wartość paszową powyższych form. Wykazano, że nieoplewiona odmiana *Rastik* nie była konkurencyjna w plonie w porównaniu z oplewioną odmianą *Stratus*. Nagoziarnista odmiana *Rastik* wykazywała w plonie ziarna istotną dodatnią reakcję na zwiększenie dawki do $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, a oplewiona odmiana *Stratus* tylko do dawki $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nagoziarnista odmiana *Rastik* plonowała o 27,5% mniej wydajnie niż oplewiona odmiana *Stratus*. Ziarno nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego było zasobniejsze w białko ogółem i tłuszcz surowy, a uboższe we włókno surowe w porównaniu z odmianą oplewioną. Wzrastające do $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ dawki azotu zwiększały zawartość białka oraz jego wydajność w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego. Odmiana *Rastik* w porównaniu z odmianą *Stratus* charakteryzowała się mniejszą o 15% wydajnością białka ogółem i o 5% mniejszą wydajnością tłuszczu surowego w plonie ziarna. Wyższe dawki azotu zwiększały plon ziarna oraz wydajność energii brutto w plonie ziarna obu form jęczmienia jarego. Ziarno nagoziarnistej odmiany *Rastik*, ze względu na korzystniejszy skład chemiczny, cechowało się wyższą wartością paszową niż ziarno oplewionej odmiany *Stratus*.

Z innych badań w profilu jarego jęczmienia zwyczajnego (**publikacji II B. 31, zał. 5**) wymieniam ocenę przydatności komponentu zaprawowego *Take Off* stosowanego z zaprawą nasienną Premis Pro 080 FS w ograniczeniu porażenia przez grzyby patogeniczne oraz określenie jego wpływu na wzrost, rozwój i plonowanie tego gatunku. Zastosowanie komponentu zaprawowego *Take Off* wraz z zaprawą nasienną redukowało nieistotnie stopień

porażenia źdźbeł przez *Oculimacula* spp. i *Fusarium* spp. oraz liści przez *D. teres* i powodowało widoczną tendencję do ograniczenia skuteczności działania zaprawy *Premis Pro 080 FS* w odniesieniu do wszystkich ocenianych chorób. Komponent zaprawowy stosowany z badaną zaprawą nasienną powodował jedynie nieistotny wzrost plonu ziarna jęczmienia jarego w stosunku do kontroli (bez zaprawy) i obiektu chronionego samą zaprawą.

Niezbyt rozległe badania z roślinami zielarskimi dotyczyły szalwii lekarskiej (**publikacja II B. 14 zał. 5**) oraz nagietka lekarskiego (**publikacje II A. 1, II B. 22, zał. 5**) a szczególnie wpływu nawożenia azotem i magnezem na wydajność i jakość surowca lekarskiego.

Do zasadniczego kierunku podejmowanych przeze mnie badań zaliczam ocenę energetycznej i ekonomicznej efektywności produkcji wybranych bobowatych roślin uprawnych: grochu siewnego, uprawianego w trzech technologiach (niskonakładowej – A, średnionakładowej – B, wysokonakładowej – C) różniących się przede wszystkim poziomem nawożenia azotem i ochroną roślin, zapraw fungicydowych i fungicydowo-insektycydowej w uprawie grochu pastewnego, sposobu uprawy soczewicy jadalnej.

W profilu odnawialnych źródeł energii oszacowano powierzchnie potrzebne na zaspokojenie potrzeb energetycznych względem biokomponentów paliw płynnych (**publikacja II B. 6 zał. 5**). Zapotrzebowanie na te surowce może być zaspokojone produkcją krajową, a także wskazano możliwości wykorzystania roślin wieloletnich na cele energetyczne (**publikacja II B. 7 zał. 5**), potwierdzono wstępnie ich przydatność do produkcji energii

Celem prac przeglądowych (**publikacje II B. 15-16, 18, 21 zał. 5**), przygotowanych na podstawie dostępnego krajowego i zagranicznego piśmiennictwa było usystematyzowanie informacji na temat prawnych aspektów biokomponentów paliw płynnych. Wprowadzone regulacje prawne dotyczące biopaliw płynnych w Polsce podyktowane były koniecznością dostosowania krajowych przepisów do wymogów prawa Unii Europejskiej. Dyrektywy UE mają jednak charakter ramowy, co oznacza, że pozostawiają krajom członkowskim pewien zakres swobody w tworzeniu krajowych norm prawnych w tej dziedzinie. W **publikacji II B. 25 zał. 5** podkreślono, iż priorytetową funkcją rolnictwa jest zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego a rolnictwo zajmuje w nowej rzeczywistości społeczno-gospodarczej rolę nie tylko producenta żywności, ale również dostawcy biomasy, przeznaczanej na cele energetyczne. W **publikacji II A. 2 (zał. 5)** dokonano energetycznej oceny efektywności uprawy roślin oleistych i ich konwersji na paliwa płynne. Wyniki badań dowodzą, iż plony nasion form jarych (rzepak jary, gorczyca biała, lnianka biała, len oleisty) w porównaniu z

rzepakiem ozimym stanowiły tylko od 21,3% (rzepak jary) do 33,7% (len) plonów wzorca. Uzyskany plon surowca jest zdecydowanie niezadowalający. Wskaźnik EROEI badanych jarych roślin oleistych był zdecydowanie poniżej założeń hipotezy badawczej. Nie można więc tych gatunków uznać za alternatywne rośliny energetyczne dla rzepaku ozimego i substytut surowcowy do produkcji biopaliwa płynnego. Niektóre moje prace dotyczą potencjału biomasy energetycznej i możliwości pozyskania surowców z produkcji rolniczej wykorzystywanych na cele energetyczne, a także wykazanie rosnącej roli i znaczenia OZE pochodzących z rolnictwa w bilansie energetycznym kraju (**publikacje II B. 25-30 zał. 5**).

Gracjan Bielski