



**WYDZIAŁ
AGROBIOINŻYNIERII**

AUTOREFERAT
w postępowaniu habilitacyjnym
w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie agronomia

Dr inż. Elżbieta Harasim

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Agrobiotechnologii
Katedra Herbologii i Techniki Uprawy Roślin

Lublin 2019

SPIS TREŚCI

1. Dane personalne	3
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
3. Informacje 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 o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).....	4
a) tytuł osiągnięcia naukowego.....	4
b) omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	4
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych	18
6. Podsumowanie dorobku naukowego	30
7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną	33

1. Dane personalne

Imię i nazwisko:

Elżbieta Harasim

Miejsce zatrudnienia:

Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin

Wydział Agrobiotechnologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

2000 **magister inżynier**

Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Kierunek
Ochrona Środowiska

Tytuł pracy: „Bezpośrednie i następcze oddziaływanie symulowanego kwaśnego
deszczu na zawartość w glebie przyswajalnych form potasu i magnezu”

Promotor: dr hab. Adam Kaczor, prof. nadzw.

2011 **doktor nauk rolniczych** w zakresie agronomii – uprawa roli i roślin

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii

Tytuł pracy: „Wpływ wybranych retardantów na plonowanie i zachwaszczenie
pszenicy ozimej”

Promotor: prof. dr hab. Marian Wesołowski

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

2003 – 2011 **starszy technik** (pracownik inżynierjno-techniczny) w Katedrze
Ogólnej Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie
(obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

2011 – 2012 **specjalista** w Katedrze Herbologii i Technik Uprawy Roślin
w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie

2012- do chwili
obecnej **adiunkt** w Katedrze Herbologii i Technik Uprawy Roślin
w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311)

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem, będącym podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest monografia:

Harasim E. 2018. **Studia nad plonowaniem, jakością ziarna i opłacalnością produkcji ozimej formy pszenicy zwyczajnej i twardej**. Monografie i Rozprawy Naukowe nr 60. Wyd. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowy Instytut Badawczy, ss. 134. ISBN 978-83-7562-295-9.

Recenzent pracy: prof. dr hab. n. rol. Franciszek Rudnicki, Uniwersytet Przyrodniczo-Technologiczny w Bydgoszczy.

b) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Uzasadnienie wyboru problematyki badawczej

Polska należy do krajów o wielowiekowej tradycji uprawy zbóż, z których największe znaczenie gospodarcze ma pszenica zwyczajna. W 2017 roku według GUS (2018) areał uprawy pszenicy w Polsce wynosił 2,4 mln ha, z czego pszenica ozima stanowiła około 83%. Duża powierzchnia uprawy formy ozimej pszenicy wynika z jej wysokiego potencjału plonowania w warunkach klimatycznych naszego kraju. Do innych istotnych czynników wpływających na tak duże zainteresowanie jej uprawą należą: znaczne zróżnicowanie gatunków i odmian umożliwiające uprawę w różnych warunkach siedliskowych, wielokierunkowość jej użytkowania, prosta technologia uprawy (łatwość zmechanizowania całego cyklu produkcyjnego), względnie niskie koszty produkcji i przechowywania, wartość użytkowa i tradycje żywieniowe, a także możliwość wykorzystania ziarna na pasze bezpośrednio w gospodarstwie.

Zboża mają kluczowe znaczenie w gospodarce żywnościowej każdego kraju. Produkty zbożowe w krajach wysokorozwiniętych stanowią około 25% podstawowej diety ludności. Ze względu na zawartość wielu składników m. in. węglowodanów, białka, niewielką ilość lipidów, błonnika pokarmowego oraz przeciwutleniaczy są polecane przez specjalistów

z dziedziny żywienia człowieka (Biel i Maciorowski 2012). W ostatnich latach w Polsce wzrosło również zainteresowanie uprawą pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.), która charakteryzuje się szczególnie cennym składem jakościowym ziarna, determinującym jego wykorzystanie szczególnie do produkcji makaronów (Troccoli i in. 2000, Rachoń i Szumiło 2006). Mąka uzyskana z ziarna pszenicy twardej może być wykorzystana do produkcji mąki chlebowej, jako dodatek polepszający właściwości pieczywa lub do produkcji placków, pizzy, ciastek i kaszy kuskus. Pszenica twarda zawiera więcej białka, witamin, składników mineralnych i karotenoidów niż pszenica zwyczajna. Wzrost zainteresowania uprawą pszenicy twardej w Polsce wynika również ze zmian warunków klimatycznych w ostatnich kilkudziesięciu latach, które stwarzają coraz lepsze warunki do hodowli i uprawy pszenicy makaronowej w naszym kraju. W porównaniu z pszenicą zwyczajną gatunek ten stosunkowo dobrze plonuje podczas suszy występującej w okresie dojrzewania, a najlepsze jakościowo ziarno produkowane jest w regionach, w których okres wegetacyjny charakteryzuje się gorącym dniem i chłodną nocą (Rachoń i Szumiło 2002).

Wartość gospodarcza odmian pszenicy ozimej wyznaczana jest przez wielkość plonu i jakość ziarna. Parametry te pozwalają na ustalenie kierunku przeznaczenia ziarna na cele przetwórcze w młynarstwie (pieczywo, ciastka) lub paszowe (w żywieniu zwierząt). Uprawa pszenicy na paszę wymaga od odmian głównie wysokiej plenności, natomiast w odmianach przeznaczonych do celów piekarskich skupia się na ich cechach technologicznych. Otrzymanie ziarna o wysokich parametrach technologicznych nie jest łatwe, ponieważ na cechy jakościowe wpływ ma wiele czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Należą do nich między innymi: odmiana, technologia produkcji oraz warunki pogodowe w okresie wegetacji. Pogoda jest czynnikiem, na który rolnik nie ma wpływu, jednakże prawidłowo dobrana odmiana i odpowiednia technologia produkcji ogranicza, a często eliminuje niekorzystny wpływ warunków pogodowych (Podolska i Sułek 2002).

W uprawie pszenicy na cele konsumpcyjne, zasadnicze znaczenie ma umiejętne stosowanie nawozów azotowych. Azot jest nie tylko ważnym czynnikiem plonotwórczym, ale często wpływa też istotnie na jakość ziarna (Podolska 2008). Azot pobierany jest przez pszenicę w całym okresie wegetacji, ale z różną intensywnością, dlatego zarówno dawkę, jak i termin stosowania tego składnika należy tak dobrać, aby rośliny w pełni go wykorzystały. W przypadku uprawy pszenicy jakościowej szczególnie stosowanie azotu w późniejszych terminach korzystnie wpływa na cechy jakościowe, powoduje wzrost zawartości białka i glutenu, polepsza wskaźnik sedymentacyjny i cechy reologiczne ciasta.

Ważnym zabiegiem pielęgnacyjnym w uprawie pszenicy ozimej jest zastosowanie takich środków ochronnych, które nie dopuszczają do rozwoju chwastów, patogenów oraz szkodników. Monitoring i kontrola upraw pozwalają na ocenę stanu fitosanitarnego pod kątem zagrożenia ze strony występujących z różnym nasileniem chorób pochodzenia grzybowego (Tratwal 2018). Choroby przyczyniają się bowiem do obniżenia wartości użytkowej ziarna, szczególnie w przypadku gdy pszenica porażona jest przez fuzariozy lub septoriozy. Ziarno zainfekowane przez fuzariozę jest drobne, ma małą masę objętościową i małą masę tysiąca ziaren. Mąka z takiego ziarna charakteryzuje się zmienionym składem chemicznym, m. in. niską zawartością białka i wadliwym glutenem. Porażone ziarno nie nadaje się do konsumpcji (Logrieco i in. 2003, Czaban i in. 2015). Ochronę roślin należy traktować więc jako jeden z ważniejszych elementów kompleksowej technologii uprawy zbóż (Szmigielski i in. 2006). Podejmując decyzję związaną z wyborem określonego wariantu technologii produkcji roślinnej należy przeprowadzić ocenę ekonomiczną opłacalności uprawy w danym gospodarstwie. Pozwoli to na efektywne wykorzystanie możliwości agrotechnicznych w danych warunkach siedliskowych i uzyskaniu zamierzonych efektów produkcyjnych i ekonomicznych. Produkcja zbożowa, uwzględniająca różny poziom nakładów środków produkcji, w tym głównie nawozów i środków ochrony roślin, w istotnej mierze decyduje o poziomie dochodów gospodarstw rolnych (Harasim i Matyka 2005, Noworolnik 2008, Jaczewska-Kalicka 2009).

Cel pracy i hipoteza

Poznanie współzależności między warunkami siedliskowymi i technologią produkcji daje podstawę do oceny wpływu czynników, które kształtują wielkość plonu i jakość ziarna. W literaturze tematu można znaleźć wiele prac dotyczących wpływu czynników agrotechnicznych na wartość technologiczną ziarna. Jednakże wpływ ten nie jest do końca jednoznaczny, gdyż wartość przemiałowa i wypiekowa ziarna zależy od zespołu cech, które często ze sobą ujemnie korelują. Niejednokrotnie poprawa jednej cechy może skutkować pogorszeniem innej.

Z uwagi zaś na stale rosnące zainteresowanie uprawą pszenicy twardej w Polsce oraz ograniczoną liczbę odmian dostosowanych do warunków agroekologicznych naszego kraju, z punktu widzenia praktyki rolniczej ważne jest poznanie ich reakcji na zróżnicowane warunki agrotechniczne i ocena opłacalności produkcji.

Biorąc pod uwagę wymienione wyżej aspekty, w badaniach własnych postawiono **hipotezę**, że w uprawie jakościowych odmian pszenicy zwyczajnej i twardej, poprzez

kompleksowe działanie wybranych czynników agrotechnicznych (dobór wielkości dawki azotu wraz z niezbędną ochroną roślin) możliwa jest jednoczesna realizacja celów produkcyjnych, jakościowych i ekonomicznych, składających się na zrównoważony system produkcji ziarna.

Tak sformułowaną hipotezę badawczą weryfikowano w trzyletnim ścisłym doświadczeniu polowym, którego **celem było** określenie wielkości plonu i ocena podstawowych wskaźników jakości ziarna oraz efektów ekonomicznych produkcji dwóch odmian pszenicy ozimej (zwyczajnej i twardej), uprawianych w zróżnicowanych warunkach nawożenia azotem i ochrony roślin.

Zakres i metody badań

Badania polowe przeprowadzono w latach 2015-2017, na glebie płowej wytworzonej lessu, kompleksu pszennego dobrego (II klasa bonitacyjna), w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Doświadczenie trójczynnikowe założono w układzie losowanych i równoważnych podbloków (split-plot - split-block), w 3 powtórzeniach, na poletkach do zbioru o powierzchni 15 m². Uwzględniono następujące czynniki doświadczalne i ich poziomy: I czynnik - nawożenie azotowe: a) obiekt kontrolny (bez nawożenia azotem), b) 120 kg N·ha⁻¹, c) 170 kg N·ha⁻¹, d) 220 kg N·ha⁻¹; II czynnik - ochrona fungicydowa: a) bez fungicydu, b) fungicydy: w fazie początku strzelania w źdźbło (BBCH 30) - Yamato 303 SE, w fazie liścia flagowego (BBCH 39) – Optan 183 SE, w fazie kłoszenia (BBCH 52) – Wirtuoz 520 EC; III czynnik - gatunek pszenicy ozimej:

- pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.) – odmiana Astoria,
- pszenica twarda (*Triticum durum* Desf.) – odmiana Lunadur.

Przedmiotem szczegółowych badań były następujące cechy wynikowe:

- plon i jego elementy składowe: plon ziarna (t·ha⁻¹), liczba kłosów na 1 m², liczba i masa ziaren w kłosie (g), masa 1000 ziaren (g);
- cechy roślin pszenicy: długość kłosa (cm) i wysokość roślin (cm);
- cechy jakościowe ziarna: zawartość białka ogólnego (%), zawartość glutenu mokrego (%), indeks glutenu, zawartość skrobi (%), gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg·hl⁻¹), liczba opadania Hagberga-Pertena (s), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (cm³), wyrównanie ziarna (%);
- zachwaszczenie ładu: liczba i powietrznie sucha masa (g·m⁻²) oraz skład gatunkowy chwastów w łanie przed zbiorem pszenicy;

- choroby grzybowe liści i kłosa pszenicy;
- ocena ekonomiczna: efektywność nawożenia azotem i opłacalność produkcji ziarna.

Liczbę źdźbeł produktywnych (kłosów) na powierzchni 1m² policzono bezpośrednio przed zbiorem pszenicy. Średnią wysokość roślin, długość kłosów, liczbę i masę ziaren w kłosie określono na podstawie 30 losowo wybranych pędów kłosośnych z trzech najbardziej reprezentatywnych miejsc (3x10 pędów) na każdym poletku. Masę 1000 ziaren oznaczono na materiale bez makrouszkodzeń według PN-EN-ISO 520:2011E. Udział obsady kłosów, liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren w różnicy plonu ziarna pomiędzy obiektami doświadczalnymi wyznaczono metodą Rudnickiego (2000). W okresie wegetacji oceniano porażenie roślin pszenicy ozimej przez patogeny atakujące liście i kłosa według zaleceń EPPO (Standards 1999). Stan zachwaszczenia łąnu pszenicy ozimej określono na podstawie liczebności, powietrznie suchej masy i składu gatunkowego chwastów na 1m². Ocenę jakości technologicznej ziarna wykonano metodami standardowymi zgodnie z normami i metodami stosowanymi w Polskiej Ocenie Odmian. W ramach oceny ekonomicznej przeprowadzono rachunek efektywności nawożenia azotem i opłacalności produkcji ziarna pszenicy.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniono testem Tuke'ya na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Syntezę wykonano w modelu łączonych nieściłości. Wyniki dotyczące plonu ziarna i jego elementów składowych oraz cech jakości ziarna przedstawiono jako średnie z lat badań. Do analiz wykorzystano pakiet obliczeniowy ANALWAR – 5.3. FR (autorstwa Franciszka Rudnickiego). Związki pomiędzy plonem ziarna i jego elementami składowymi, a także pomiędzy plonem ziarna i czynnikami doświadczenia wyznaczono na podstawie analizy korelacji prostej i regresji wielokrotnej.

Wyniki badań

Plon ziarna i elementy plonowania pszenicy

W badaniach własnych przeprowadzonych w latach 2015-2017 w warunkach klimatycznych środkowej Lubelszczyzny, wykazano stosunkowo duże możliwości zadowalającego plonowania dwóch gatunków pszenicy ozimej - zwyczajnej odmiany Astoria i twardej odmiany Lunadur. Pomimo zróżnicowanych warunków pogodowych w okresach wegetacji uzyskano plon ziarna pszenicy zwyczajnej wynoszący średnio 7,62 t·ha⁻¹ oraz pszenicy twardej 5,32 t·ha⁻¹. W analogicznym okresie plony ziarna pszenicy ozimej w Polsce kształtowały się na poziomie 4,88 t·ha⁻¹. Korzystny wpływ na wielkość plonu

badanych gatunków pszenicy oprócz dobrych warunkach glebowych, wysokiego poziomu nawożenia mineralnego i intensywnej ochrony chemicznej zasiewów przed występowaniem chwastów, chorób i szkodników, wpływ miały z pewnością także takie elementy agrotechniki, jak jej uprawa po bardzo dobrym przedplonie (rzepak ozimy) oraz właściwy termin siewu i optymalna ilość wysiewu nasion. W poszczególnych sezonach wegetacyjnych pszenica zwyczajna plonowała wyżej niż pszenica twarda, a największą różnicę pomiędzy gatunkami (44,0%) stwierdzono w roku o niekorzystnych warunkach wilgotnościowych. Niższy poziom plonowania pszenicy twardej (o 72,4% względem zwyczajnej) w latach o najmniejszej ilości opadów w okresie wegetacji pszenicy wykazali także Rachoń i Szumiło (2006).

Spośród elementów plonowania na wydajność ziarna z jednostki powierzchni najsilniej oddziaływała obsada kłosów, co znajduje potwierdzenie w wynikach badań Podolskiej i in. (2002), Małeckiej (2003) oraz Sułek i in. (2004). W każdym roku badań pszenica zwyczajna cechowała się większą obsadą kłosów na jednostce powierzchni i liczbą ziaren w kłosie. Pszenica twarda osiągała natomiast istotnie wyższą masę 1000 ziaren. Oceniając zależność plonu ziarna od elementów plonowania stwierdzono na podstawie analizy zmienności, że plony ziarna obydwu gatunków pszenicy ozimej były najsilniej skorelowane z obsadą kłosów na jednostce powierzchni. Zależności te potwierdzają wyniki analizy regresji wielokrotnej. Podobnie w badaniach Ługowskiej i in. (2004) oraz Haqa i in. (2010) zarówno liczba kłosów na jednostce powierzchni, jak i masa tysiąca ziaren miały podstawowe znaczenie w kształtowaniu plonu ziarna roślin.

W badaniach własnych nawożenie azotem korzystnie wpłynęło na poziom plonowania obydwu gatunków pszenicy. Jednakże uzyskane efekty plonotwórcze zastosowanego nawożenia zależały od układu warunków meteorologicznych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. W przypadku pszenicy zwyczajnej tylko w pierwszym korzystnym pod względem opadów roku badań uzyskano wyższą plonu ziarna przy każdej zastosowanej dawce azotu, natomiast w dwóch następnych sezonach plon pszenicy wzrastał do poziomu $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, zaś pod wpływem $220 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ następowała jego obniżka w porównaniu do osiąganego na dawce niższej. W przypadku pszenicy twardej w każdym roku badań największy plon ziarna uzyskano na poziomie $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dalsze zwiększenie nawożenia do $220 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ skutkowało obniżką plonu. Na zależność pomiędzy przebiegiem pogody i nawożeniem azotem a plonem ziarna wskazują m. in. badania Kusia i Jończyka (1997) oraz Borkowskiej i in. (2002).

W warunkach doświadczenia na każdym poziomie nawożenia azotem uzyskano poprawę obsady kłosów i liczby ziaren w kłosie, w porównaniu do wielkości tych wskaźników

na obiektach nie nawożonych. Jedynie w trzecim roku badań masa 1000 ziaren pod wpływem największych dawek azotu (170 i 220 kg ha^{-1}) zmniejszyła się w porównaniu do osiągniętej bez nawożenia. Wyniki wielu badań (Ferrante i in. 2012, Buczek i Bobrecka-Jamro 2015, Rozbicki i Sobczyński 2016) wskazują na istotny wpływ nawożenia azotem na obsadę kłosów i liczbę ziaren z rośliny, a niewielkie oddziaływanie na masę 1000 ziaren. Na zmniejszenie masy 1000 ziaren w warunkach uprawy pszenicy w niekorzystnych stanowiskach (monokultura) lub po gorszych przedplonach wskazują również Buraczyńska i Ceglarek (2008).

Cechy roślin pszenicy

Wysokość roślin jako cecha uwarunkowana głównie genetycznie, w warunkach doświadczenia polowego była silnie determinowana warunkami środowiska i zależała od lat badań. W sezonie o najkorzystniejszym przebiegu pogody pszenica wytworzyła przeciętnie wyższe rośliny o $4,9$ cm niż w trzecim roku i aż o $8,3$ cm w porównaniu do drugiego sezonu badań. Nawożenie azotem w każdej dawce wpłynęło na zwiększenie wysokości obydwu gatunków pszenicy, w porównaniu do roślin nie nawożonych tym składnikiem. Wyższe dawki azotu (170 i 220 kg ha^{-1}) w połączeniu z ochroną fungicydową i retardantem wpłynęły natomiast redukująco na wysokość roślin. Zależność wysokości roślin od warunków pogodowych oraz nawożenia azotem stwierdzili w swoich badaniach także Czarnocki i in. (2009). Z długością źdźbła ściśle skorelowana jest również długość kłosa. W warunkach doświadczenia cecha ta zmieniała się w poszczególnych latach badań podlegając uwarunkowaniom środowiskowym.

Zachwaszczenie łąnu

Zachwaszczenie łąnu wyrażone zarówno liczbą, jak i suchą masą chwastów na jednostce powierzchni było zdecydowanie mniejsze w 2017 roku niż w latach 2015 i 2016. Mała obsada kłosów w bardziej posuszonym 2016 roku przyczyniła się natomiast do wytworzenia przez chwasty największej biomasy. Każdego roku liczbę i masę chwastów różnicowały także dawki azotu i gatunek pszenicy ozimej. Na każdym poziomie nawożenia azotem liczba i masa chwastów uległy zmniejszeniu w porównaniu do obiektów nie nawożonych tym składnikiem. Zależność zachwaszczenia łąnu od intensywności nawożenia azotem potwierdzają liczne badania wielu autorów (Fodor i Pálmai 2008, Pałys i in. 2011). W badaniach Feledyn-Szewczyk (2008) zróżnicowanie liczebności chwastów w latach badań uzależnione było od warunków termiczno-opadowych w poszczególnych sezonach oraz skuteczności

mechanicznych zabiegów regulacji zachwaszczenia. Również Krawczyk i in. (2010) odnotowali zmienną liczbę i biomasę chwastów pomiędzy latami różniącymi się ilością opadów. Skład florystyczny zbiorowisk chwastów był również zróżnicowany w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Zdecydowanie największą różnorodność fitocenozy zarówno pod względem gatunkowym, jak i ilościowym odnotowano w dwóch pierwszych latach badań. Natomiast w każdym sezonie gatunkiem bardziej zachwaszczonym była pszenica twarda. Mniejszą konkurencyjność pszenicy twardej w stosunku do chwastów potwierdzają także badania Gontarza (2006).

Choroby grzybowe pszenicy

Ważnym czynnikiem ograniczającym plonowanie zbóż są choroby grzybowe. W trzyletnim okresie badań własnych występowanie chorób liści i kłosów związane było ze zmiennymi warunkami pogodowymi panującymi w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. We wszystkich latach stwierdzano najwięcej objawów porażenia przez brunatną plamistość liści, przy czym najwyższe wskaźniki wystąpiły w ostatnim sezonie badawczym. Zależność nasilenia chorób grzybowych od warunków pogodowych potwierdzili również w swoich badaniach Majchrzak i in. (2006) oraz Panasiewicz i in. (2008). W 2015 roku stwierdzono także występowanie rdzy brunatnej i septoriozy liści, ale zastosowana ochrona z użyciem fungicydów, podobnie jak w przypadku innych chorób liści i kłosów, okazała się wysoce skuteczna w ich ograniczeniu, co z pewnością przełożyło się na wysokie plonowanie pszenicy w tym sezonie. Czynnikiem, który istotnie wpłynął na nasilenie objawów chorób liści i kłosów było nawożenie azotem. Wpływ ten był zróżnicowany w latach badań i zależał od zastosowanej dawki nawozu. Największe porażenie przez choroby grzybowe zarówno liści, jak i kłosów stwierdzono w warunkach bardziej wilgotnych. Natomiast w roku posusznym i cieplejszym zastosowany azot w każdej dawce ograniczył stopień porażenia liści pszenicy przez brunatną plamistość w porównaniu do stanu roślin nie nawożonych. Podobnie w badaniach Rachonia i in. (2018) wyższy poziom nawożenia azotem i ochrona fungicydowa spowodowały istotne obniżenie wskaźników porażenia roślin pszenicy ozimej przez zgorzel podstawy źdźbła, łamliwość źdźbła, septoriozę paskowaną liści, rdzę brunatną i mączniaka prawdziwego, co było związane również z mniejszą ilością opadów w badanym sezonie.

Pomimo wpływu środowiska i stosowanej agrotechniki podatność na choroby grzybowe zależy od uwarunkowań genetycznych w obrębie poszczególnych gatunków. W badaniach własnych, w latach bardziej wilgotnych i umiarkowanych (2015 i 2017), większym stopniem

porażenia liści przez brunatną plamistość odznaczała się pszenica twarda, natomiast w roku bardziej posusznym (2016) pszenica zwyczajna. W pierwszym sezonie badań pszenica zwyczajna była natomiast w większym stopniu porażona przez rdzę brunatną i septoriozę liści. We wszystkich latach badań pszenica twarda wykazała mniejszą odporność na fuzariozy i septoriozę kłosów niż pszenica zwyczajna.

Cechy jakości ziarna

Wyniki oceny jakościowej decydują o przeznaczeniu ziarna na cele spożywcze, przemysłowe lub paszowe. W badaniach własnych parametry technologiczne ziarna pszenicy ozimej były zróżnicowane w latach. Świadczy to o wpływie pogody i warunków siedliska na kształtowanie jakości ziarna, zwłaszcza zawartości w nim białka oraz zawartości i jakości glutenu. Najbardziej korzystne wartości tych cech uzyskano w sezonie (2016) charakteryzującym się słoneczną pogodą z umiarkowanymi opadami i wysoką temperaturą powietrza. Zawartość białka wynosiła wówczas średnio 14,4%, glutenu 32,0%, zaś jakość glutenu miała wartość 69. Parametry te mieściły się w zakresie optymalnym dla norm piekarniczych (Sitkowski 2011). W pozostałych latach uzyskano nieco niższe wartości wymienionych cech, ale również spełniały wymogi dla pszenic z grup jakościowych. Na znaczący wpływ warunków pogodowych w kształtowaniu ilości substancji białkowych w ziarnie pszenicy wskazują także wyniki badań Kihlberga i in. (2006) oraz Kindreda i in. (2008). Oprócz warunków glebowo-klimatycznych duży wpływ na zawartość białka i glutenu wywiera zastosowane nawożenie mineralne (głównie azotem), na co wskazują badania wielu autorów. Jednakże efektywność wykorzystania azotu uwarunkowana jest genetycznie i zależy od zastosowanej dawki (Cacak-Pietrzak i Sułek 2007). W badaniach własnych, w każdym roku zastosowane nawożenie azotem we wszystkich dawkach spowodowało wzrost zawartości białka ogólnego i glutenu mokrego w ziarnie w porównaniu do zawartości tych składników na obiektach nie nawożonych azotem. Dodatkowo w dwóch pierwszych sezonach (2015 i 2016) uzyskano zwiększenie wartości indeksu glutenu (IG) na każdym poziomie nawożenia azotem. W ostatnim zaś roku (2017) tylko dawka 120 kg N·ha⁻¹ spowodowała wzrost IG, a kolejne wyższe dawki obniżyły wartość tego wskaźnika. Zastosowana ochrona fungicydowa w każdym roku wpłynęła na wzrost zawartości zarówno białka ogólnego, jak i glutenu mokrego. Spowodowała natomiast spadek wartości indeksu glutenu, w porównaniu do jego wielkości w ziarnie bez chemicznej ochrony, co znajduje potwierdzenie w badaniach Podolskiej (2007). Spośród badanych gatunków pszenicy wyższą

zawartością białka ogólnego i glutenu mokrego charakteryzowała się pszenica twarda. Podobne zależności uzyskali również Rachoń (2001) oraz Szwed-Urbaś i in. (1995), co dowodzi o uwarunkowaniach genetycznych tych cech badanych gatunków pszenicy.

Zawartość skrobi, obok ilości i jakości glutenu, decyduje o właściwościach wypiekowych ziarna pszenicy. W warunkach doświadczenia własnego parametr ten różnicowały lata. Największą zawartość skrobi osiągało ziarno w pierwszym (2015) roku, najbardziej optymalnym pod względem rozkładu opadów. Nawożenie azotem, niezależnie od zastosowanej dawki, zmniejszyło zawartość skrobi w ziarnie obydwu gatunkach pszenicy. Natomiast ochrona fungicydowa roślin w nieznacznym stopniu zmieniała ten parametr. Według Spychaj i in. (2013) wraz ze wzrostem intensywności uprawy następuje zmniejszenie zawartości skrobi w ziarnie.

Liczba opadania charakteryzująca aktywność α -amylazy jest ważnym wskaźnikiem zdrowotności ziarna. Wyniki badań własnych wskazują, że najbardziej korzystne wartości tej cechy (średnio 282 s) uzyskano w roku 2016, cechującym się wyższą temperaturą oraz mniejszą ilością opadów w okresie wypełniania i dojrzewania ziarniaków. W latach bardziej wilgotnych (2015 i 2017) wartość liczby opadania wzrosła (404 i 316 s), co świadczy o niższej aktywności amylolitycznej ziarna. W badaniach Segita i Szwed-Urbaś (2008) wartości liczby opadania pod wpływem warunków pogodowych kształtowały się w zakresie 82 -502 s. Liczba opadania zwiększyła się pod wpływem nawożenia azotem, natomiast zastosowana ochrona fungicydowa, podobnie jak w badaniach Cacak-Pietrzak i in. (2009), nie miała istotnego wpływu na aktywność amylolityczną ziarna. Porównując badane gatunki wyższe wartości omawianej cechy stwierdzono w ziarnie pszenicy zwyczajnej.

Wartości wskaźnika sedymentacji były dość zróżnicowane w poszczególnych latach, co może świadczyć o wpływie pogody na ten parametr. Wysoką wartość wskaźnika (56 cm^3) stwierdzono w drugim, posuszonym roku badań (2016), co wskazuje na bardzo dobrą jakość glutenu. W pozostałych latach (2015 i 2017) wartości wskaźnika były na niższym poziomie (41 i 40 cm^3), ale również przekraczały minimalny próg wymagań jakościowych. Wzrost nawożenia aż do najwyższego poziomu ($220 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) wpływał korzystnie na układ białkowy oceniony wskaźnikiem sedymentacji. Taką zależność potwierdzają również wyniki badań innych autorów (Podolska i in. 2005).

Gęstość ziarna w stanie zsypanym charakteryzuje zarówno dorodność, jak i stopień wykształcenia ziarniaków. W badaniach własnych ziarno obydwu gatunków pszenicy cechowało się korzystną gęstością usypową ziarna, świadczącą o jego dobrej strukturze i stopniu wypełnienia. Największe wartości tej cechy ($80,7 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$) uzyskano w 2015 roku,

w którym pszenica najwyżej plonowała. Najmniej korzystną wartość badanego parametru osiągnięto w 2016 roku ($78,4 \text{ kg hl}^{-1}$), charakteryzującym się wyjątkowo wysoką temperaturą i niedoborem opadów w kwietniu i czerwcu, w porównaniu z przeciętnymi warunkami meteorologicznymi. Istotnie dodatnio na ten parametr jakości wpłynęło nawożenie azotem i ochrona fungicydowa.

W warunkach badań własnych ziarno pszenicy charakteryzowało się w każdym roku bardzo dobrym stopniem wyrównania przekraczającym 90%. Nawożenie azotem w większości przypadków powodowało obniżenie tego parametru jakości ziarna, w poszczególnych latach lub jedynie niewielki wzrost, w porównaniu do ziarna z obiektów nie nawożonych azotem. Podobne zależności uzyskał w swoich badaniach Rachoń (1999 i 2001). Zastosowanie ochrony fungicydowej wpłynęło istotnie na wzrost poziomu wyrównania ziarna w stosunku do jego stanu na obiektach bez ochrony chemicznej.

Ocena ekonomiczna

W ocenie ekonomicznej wyników badań ważne było określenie skuteczności nawożenia azotem i ustalenie optymalnego poziomu nawożenia tym składnikiem ozimej formy pszenicy zwyczajnej i twardej. Największą efektywność zarówno rolniczą (produkcyjną), jak i ekonomiczną nawożenia osiągnięto w korzystnych warunkach pogodowych przy stosowaniu azotu w dawce do 170 kg ha^{-1} , a w latach bardziej posusznych na niższej dawce 120 kg N ha^{-1} . Zwiększanie poziomu nawożenia ze 170 do 220 kg N ha^{-1} powodowało obniżenie efektywności nawożenia, a nawet spadek plonu. W warunkach wysokiego poziomu nawożenia azotem ochrona pszenicy przed chorobami grzybowymi przyczyniała się do poprawy efektów produkcyjnych i ekonomicznych. Badania wielu autorów (Igras 2000, Rutkowska 2004, Koziara i in. 2007) również wskazują na obniżanie efektywności nawożenia azotem pszenicy ozimej wraz ze wzrostem dawki tego składnika.

O opłacalności produkcji roślinnej decydują nie tylko plony i ceny zbytu ziemiopłodów, ale również koszty ich produkcji. W badaniach własnych opłacalność produkcji pszenicy zwiększała się wraz ze wzrostem dawki azotu do 170 kg ha^{-1} , a przy zwiększaniu jej do 220 kg ha^{-1} ulegała obniżeniu. Przeciętnie najwyższą opłacalność produkcji pszenicy zarówno zwyczajnej, jak i twardej osiągnęto przy nawożeniu azotem w dawce 170 kg ha^{-1} . Należy zauważyć, że przy niższym o 30,2% poziomie plonowania pszenicy twardej niż zwyczajnej, a zarazem wyższej w podobnej relacji (30,8%) cenie zbytu jej ziarna opłacalność produkcji obydwu gatunków pszenicy była wyrównana. Zatem można stwierdzić, że warunkiem osiągnięcia podobnej opłacalności produkcji porównywanych gatunków pszenicy

jest zachowanie odpowiednich relacji między ich plonami i cenami zbytu ziarna. Niższy plon ziarna pszenicy twardej powinien być w podobnej relacji rekompensowany wyższą ceną ziarna. Według niektórych autorów (Seibel i Stewart 1997, Rachoń 2001), aby zapewnić opłacalność pszenicy twardej jej plon powinien być na poziomie 70-75% plonu pszenicy zwyczajnej. W badaniach własnych plon pszenicy twardej stanowił przeciętnie 70% plonu pszenicy zwyczajnej.

Wnioski

Przeprowadzone badania wniosły szereg interesujących wyników i informacji, które pozwoliły na wyciągnięcie istotnych wniosków ważnych zarówno dla nauki, jak i praktyki rolniczej.

1. Warunki pogodowe wpływały istotnie na plonowanie, kształtowanie elementów składowych plonu i jakości ziarna pszenicy oraz zachwaszczenie jej ładu i porażenie roślin przez patogeny.
2. Nawożenie azotem istotnie kształtowało plon ziarna i jego elementy składowe oraz jakość ziarna i zachwaszczenie ładu pszenicy. W warunkach posusznych wystąpiła duża obniżka plonu ziarna, głównie z powodu małej obsady kłosów. Wzrosło również zachwaszczenie ładu oraz pogorszyły się niektóre parametry jakości ziarna (indeks glutenu, liczba opadania, gęstość i wyrównanie ziarna) oraz nasiliły się objawy porażenia liści.
3. Gatunki pszenicy pod względem wielkości plonu ziarna istotnie reagowały na zwiększanie nawożenia azotem do 170 kg ha^{-1} i ochronę przed chorobami grzybowymi.
4. Pszenica twarda plonowała średnio o 30% niżej od pszenicy zwyczajnej przy zmienności różnicy w latach w zakresie 17-44%. Najkorzystniejszą relację między wielkością plonu ziarna pszenicy zwyczajnej i twardej (różnica 17,4%) osiągnęto w korzystnych warunkach pogodowych. W sezonie posuszonym plon pszenicy twardej stanowił 43,7% plonu pszenicy zwyczajnej.
5. Oddziaływanie czynników agrotechnicznych na plon ziarna pszenicy zwyczajnej i twardej następowało głównie poprzez wpływ na obsadę kłosów, a w mniejszym stopniu na masę 1000 ziaren.

6. Skład gatunkowy, liczba i masa chwastów wykazywały dużą zmienność w latach badań. Zachwaszczenie łąnu było istotnie mniejsze w warunkach sprzyjających większej wydajności pszenicy.
7. Liczbę i masę chwastów różnicowały dawki azotu. Na każdym poziomie nawożenia wskaźniki zachwaszczenia były istotnie mniejsze w porównaniu do ich wartości na obiektach nie nawożonych tym składnikiem. Zdecydowanie większa różnorodność fitocenozy zarówno pod względem gatunkowym, jak i ilościowym występowała w łąnie pszenicy twardej.
8. Wpływ nawożenia azotem na wskaźniki porażenia roślin przez patogeny pszenicy był zróżnicowany w latach badań i zależał od zastosowanej dawki tego składnika. W warunkach bardziej wilgotnych nawożenie azotem powodowało nasilenie objawów chorobowych liści i kłosów, natomiast w roku bardziej posuszonym i cieplejszym ograniczało stopień porażenia liści pszenicy przez brunatną plamistość. Zastosowana ochrona przed chorobami grzybowymi okazała się wysoce skuteczna w ograniczeniu patogenów zarówno liści, jak i kłosów.
9. Pod wpływem wzrastających dawek azotu następowało istotne zwiększenie zawartości białka ogólnego i glutenu mokrego w ziarnie, wskaźnika sedymentacji i gęstości ziarna w stanie zsypanym, a obniżenie zawartości skrobi. Ochrona fungicydowa roślin powodowała istotnie zwiększenie zawartości białka i glutenu mokrego w ziarnie oraz jego gęstości w stanie zsypanym.
10. Gatunki pszenicy ozimej różniły się między sobą pod względem cech jakości ziarna. Ziarno pszenicy zwyczajnej charakteryzowało się większymi wartościami indeksu glutenu, skrobi i liczby opadania, a w przypadku pszenicy twardej wyróżniało się większą zawartością białka ogólnego i glutenu mokrego, większym wskaźnikiem sedymentacyjnym oraz gęstością i wyrównaniem.
11. Wskaźniki efektywności rolniczej i ekonomicznej malały wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem, przy czym zwiększenie dawki ze 170 do 220 kg N·ha⁻¹ było nieefektywne.
12. Najefektywniejsze pod względem produkcyjnym i ekonomicznym, a także najbardziej opłacalne było nawożenie obydwu gatunków pszenicy azotem w dawce 170 kg·ha⁻¹. W warunkach posusznych największą efektywność ekonomiczną nawożenia osiągnano po zastosowaniu niższej dawki azotu w ilości 120 kg·ha⁻¹.

Literatura uzupełniająca

1. Biel W., Maciorowski R. 2012. Ocena wartości odżywczej ziarna wybranych odmian pszenicy. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2(81): 45-55.
2. Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2002. Wysokość i jakość plonów niektórych odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotowego. *Ann. UMCS, Sect. E*, 57: 99–103.
3. Buczek J., Bobrecka-Jamro D. 2015. Wpływ intensywności technologii produkcji na plonowanie, architekturę łanu oraz jakość białka pszenicy populacyjnej i mieszańcowej. *Nauk. Przynr. Technol.*, 9(4):1-13.
4. Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 7(1): 27-37.
5. Cacak-Pietrzak G., Leszczyńska D., Ceglińska A., Wolska P. 2009. Wpływ wybranych fungicydów na wartość wypiekową pszenicy jarej odmiany Ismena. *Prog. Plant Prot/Post. Ochr. Roślin*, 49(2): 929-933.
6. Cacak-Pietrzak G., Sułek A. 2007. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej. *Biul. IHAR*, 245: 47-55.
7. Czaban J., Wróblewska B., Sułek A., Mikos M., Boguszewska E., Podolska G., Nieróbca A. 2015. Colonisation of winter wheat grain by *Fusarium spp.* and mycotoxin content as dependent on a wheat variety, crop rotation, a crop management system and weather conditions. *Food Addit Contam Part A*, 32: 874-910.
8. Czarnocki S., Turska E., Wielogórska G., Garwacka A. 2009. Wpływ technologii uprawy na architekturę łanu trzech odmian pszenicy ozimej. *Ann. UMCS, Sect. E*, 69(4): 54-61.
9. Feledyn-Szewczyk B. 2008. Zmiany bioróżnorodności flory segetalnej w systemie ekologicznym w latach 1996-2007. *J. Res. Appl. Agric. Engin.*, 53(3): 63-68.
10. Ferrante A., Savin R., Slafer G.A. 2012. Floret development and grain setting differences between modern durum wheats under contrasting nitrogen availability. *J. Exp. Bot.*, 16: 1-16.
11. Fodor L., Pálmai O. 2008. The influence of nitrogen fertilization and sowing time on the weediness of winter wheat. *Cereal Res. Commun.*, 36(5): 1159-1162.
12. 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. Praca doktorska, Akademia Rolnicza, Lublin, ss. 95.
13. Haq W., Munir M., Akram Z. 2010. Estimation of interrelationships among yield and yield related attributes in wheat lines. *Pak. J. Bot.*, 42(1): 567-57.
14. Harasim A., Matyka M. 2005. Ważniejsze elementy technologii produkcji wpływające na poziom plonowania pszenicy ozimej oraz ich zmiana w ujęciu długookresowym. *Pam. Puł.*, 140: 59-68.
15. Jaczewska-Kalicka A. 2009. Opłacalność chemicznej ochrony pszenicy ozimej. *Progr. Plant Prot./Postępy Ochr. Roślin*, 48(2): 411-414.
16. Kihlberg I., Ostrom A., Johansson L., Risvik E.C. 2006. Sensory qualities of plain white pan bread: influence of farming system, year of harvest and baking technique. *J. Cereal Sci.*, 43: 15-30.
17. Kindred D.R., Verhoeven T.M.O., Weightman R.M., Swanston J.S., Agu R.C., Brosnan J.M., Sylvester-Bradley R. 2008. Effect of variety and fertilizer nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch, and protein content, and protein composition of winter wheat. *J. Cereal Sci.*, 48: 46-57.
18. Krawczyk R., Matysiak K., Kierzek R., Kaczmarek S., Horoszkiewicz-Janka J. 2010. Kształtowanie zachwaszczenia w uprawie pszenicy ozimej w okresie konwersji gruntów ornych na metodę ekologiczną. *J. Res. Appl. Agric. Engin.*, 55(3): 195-199.
19. Kuś J., Jończyk K. 1997. Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 3: 4-16.
20. Logrieco A., Bottalico A., Mule G., Moretti A., Perrone G. 2003. Epidemiology of toxigenic fungi and their associated mycotoxins for some mediterranean crops. *Europ. J. Plant Pathol.*, 645-667.
21. Ługowska B., Banaszak Z., Wójcik W., Grzmil W. 2004. Zależność plonu ziarna pszenicy ozimej o skróconym źdźble od jego składowych. *Biul. IHAR*, 231: 5-10.
22. Majchrzak B., Chodorowski B., Dubis B., Okorski A. 2006. Choroby liści i kłosów pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach z rodziny *Brassicaceae*. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 46(2): 668-672.
23. Małecka I. 2003. Studia nad plonowaniem pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i niektórych czynników agrotechnicznych. *Rozprawy Naukowe, Roczn. AR Poznań*, 335, ss. 121.

24. Pałys E., Korzeniowski M., Andruszczak S., Kraska P., Krusińska B. 2011. Wpływ poziomu nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej na zachwaszczenie łąn pszenicy ozimej wysiewanej po sobie na rędzinie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 559: 141-151.
25. Panasiewicz K., Sulewska H., Koziara W. 2008. Skuteczność biologicznych i chemicznych środków w ochronie pszenicy twardej przed chorobami grzybowymi. J. Res. Appl. Agric. Engin., 30, 53(4): 30-32.
26. Podolska G., Stankowski S., Podolski B. 2005. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych. Pam. Puł., 139: 189-196.
27. Podolska G., Sułek A., Stankowski S. 2002. Obsada kłosów - podstawowy parametr plonotwórczy pszenicy ozimej (artykuł przeglądowy). Acta Sci. Pol., Agricultura, 1(2): 5-14.
28. Podolska G., Sułek A. 2002. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. Pam. Puł., 130: 597-605.
29. Podolska G. 2007. Kształtowanie cech jakościowych ziarna pszenicy poprzez technologię produkcji. Studia i Raporty IUNG-PIB, 9: 55-64.
30. Rachoń L., Dziamba S., Obuchowski W., Kołodziejczyk P. 2002. Ocena przydatności ziarna odmian pszenicy twardej (*Triticum durum*) i zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) do produkcji makaronu. Ann. UMCS, Sec. E, 57: 77-86.
31. Rachoń L., Szumiło G. 2006. Plonowanie i opłacalność upraw pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł., 142: 403-409.
32. Rachoń L. 1999. Plonowanie i jakość pszenicy twardej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu (*Triticum durum* Desf.). Pam. Puł., 118: 349-355.
33. Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Rozp. Nauk. AR w Lublinie., 248, ss. 70.
34. Rachoń., Szumiło G., Bobryk-Mamczarz A. 2018. Podatność na choroby grzybowe wybranych genotypów pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. Agron. Sci., 73(1):29-39.
35. Rozbicki J., Sobczyński G. 2016. Wpływ odmiany i odżywienia roślin azotem na cechy plonotwórcze pszenicy ozimej w doświadczeniu wazonowym. Cz. II. Wpływ odżywienia roślin azotem na składowe plonu. Fragm. Agron., 33(4): 110-12.
36. Segit Z., Szwed-Urbaś K. 2008. Zróżnicowanie genetyczne cech użytkowych pszenicy twardej. Biul. IHAR, 250: 117-124.
37. Seibel W., Stewart D. 1997. Interanationale Durumweizensituation in den Getreidewirtschaftsjahren 1994/95 – 1995/96. Getreide Mehl und Brot, 51(1):10-14.
38. Sitkowski T. 2011. Klasyfikacja odmian ziarna zbóż pod względem jakości i kierunku wykorzystania w przetwórstwie. W: Nowsze metody uprawy i przechowywania zbóż na cele konsumpcyjne. Izba Zbożowo-Paszowa, Warszawa, 3-20.
39. Spychaj R., Gil Z., Bojarczuk J. 2013. The influence of cultivation intensity on yield and quality of grain new lines winter durum wheat – preliminary results. Fragm. Agron., 30(3): 159-171.
40. Sułek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A. 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. Ann. UMCS, Sect. E, 59(2): 543-551.
41. 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.
42. Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR, 194: 149-15.
43. Tratwal A., Jakubowska M., Roik K., Baran M., Wielkopolon B., Strażyński P. 2018. Stan fitosanitarny roślin uprawnych w Polsce w roku 2017 i spodziewane występowanie agrofagów w 2018. (red. Tratwal A.). Inst. Ochr. Roślin, Poznań, ss. 123.
44. Troccoli A., Borrelli G.M., De Vita P., Fares C., Di Fonzo N. 2000. Durum wheat quality: a multidisciplinary concept. J. Cereal Sci., 32: 99-113.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

5.1. Osiągnięcia naukowo-badawcze przed uzyskaniem stopnia doktora

Pracę w Katedrze Ogólnej Uprawy Roli i Roślin/obecnie Katedrze Herbologii i Technik Uprawy Roślin UP w Lublinie podjąłem 1 marca 2003 roku. Najpierw pracowałem na etacie pracownika inżynieryjno-technicznego, później specjalisty (2011-2012), a od roku 2012 do chwili obecnej na stanowisku adiunkta. Od początku zatrudnienia w Katedrze zostałem włączony do zespołów badawczych, pod kierownictwem prof. dra hab. Mariana Wesołowskiego oraz dr Cezarego Kwiatkowskiego. Zajmowałem się następującymi problemami badawczymi:

- **Możliwości zmniejszania dawek środków ochrony roślin i nawozów mineralnych a produktywność i jakość ziarna zbóż**

Jednym z zagadnień, jakimi zajmowałem się było określenie: „*Wpływu zmniejszonych dawek niektórych herbicydów na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej*” (członek zespołu badawczego w GD Czesławice, w latach 2001-2004). Badania dotyczące redukcji dawek herbicydów stosowanych w pszenicy ozimej dowiodły, że zredukowane dawki analizowanych herbicydów (jodosulforon metylosodowy, florasulam, jodosulforon metylosodowy + amidusulforon) nie wpływały ujemnie na plon ziarna, obsadę kłosów, a ich skuteczność była zbliżona do dawek maksymalnych. Mniejszą skuteczność w redukcji zachwaszczenia wykazał natomiast propoksykarbazon sodowy. Wyniki badań stały się podstawą do opracowania publikacji naukowej, której jestem współautorem [II.B.1].

Przedmiotem moich badań była również analiza jakościowa ziarna pszenicy ozimej (odmiany Sukces i Tonacja). W latach 2003-2007 **byłem członkiem zespołu badawczego realizującego temat: „Plon i jakość odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia mineralnego i dawek środków ochrony roślin”**. Doświadczenie polowe usytuowano w miejscowości Nowiny k/Piask. Udowodniono, że wprowadzenie zredukowanych o 50% dawek: nawozów mineralnych, herbicydów i fungicydu wpływało w istotny sposób na pogorszenie jakości ziarna, tj. MTZ, białka ogółem i glutenu mokrego, lecz jednocześnie miało znikomy wpływ na obniżenie wskaźnika sedymentacji i liczby opadania. Zastosowanie pełnych dawek środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych wpłynęło istotnie na wzrost plonu ziarna obydwu odmian pszenicy ozimej. Wykazano, niezależnie od poziomu agrotechniki, większą przydatność odmiany Sukces do uprawy w warunkach Lubelszczyzny (większy plon ziarna, MTZ

i procentowy udział białka w ziarnie). Wyniki powyższych badań przedstawiono w publikacji w czasopiśmie z kat. B z moim udziałem współautorskim [II.B.2].

Problematykę związaną z możliwością zmniejszenia dawek środków ochrony roślin kontynuowałam także w latach 2006-2009 będąc członkiem zespołu badawczego i wykonawcą projektu: „*Wpływ adiuwantów oraz zredukowanych dawek środków ochrony roślin na plonowanie, zdrowotność i zachwaszczenie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej*”. Obniżenie dawek środków chemicznych równocześnie łączy się z ryzykiem spadku plonu ziarna, bądź pogorszenia jego jakości w wyniku wylegania roślin, zwiększenia zachwaszczenia łąnu i porażenia roślin przez patogeny grzybowe. Dodatek adiuwantów do cieczy opryskowej poprawia skuteczność zabiegu eliminującego agrofagi i może rekompensować zmniejszoną dawkę substancji aktywnej. Na podstawie tych badań dowiedziono, że pszenica ozima wykazała większą wrażliwość niż jęczmień jary na obniżone dawki herbicydów, fungicydów i antywylegacza, bowiem redukcja dawek o 25 i 50% powodowała regres plonów odpowiednio o 18-23%. Natomiast w przypadku jęczmienia jarego, dopiero obniżenie dawek pestycydów do 50% powodowało spadek produktywności zboża o około 17%. Największą skuteczność w niwelowaniu skutków obniżania dawek pestycydów wykazał adiuwant olejowy. Pozostałe adiuwanty (powierzchniowo czynny i mineralny) były mniej korzystne. Analiza ekonomiczna (nadwyżka bezpośrednia) dowodzi, że najbardziej opłacalna była uprawa obu zbóż z zastosowaniem obniżonych o 25% dawek środków ochrony roślin wraz z adiuwantem olejowym. Opisane wyżej wyniki zostały opublikowane w formie pracy naukowej w języku angielskim, której jestem współautorem [II.B.14].

- **Ocena efektywności energetycznej produkcji zbóż w zależności od systemu uprawy roli i poziomu agrotechniki**

W ramach tematu badawczego realizowanego w latach 2005-2007 (doświadczenie polowe w Nowinach k/Piask) **oceniono efektywność energetyczną produkcji pszenicy ozimej (jakościowej)** uprawianej w płodozmianie i monokulturze z uwzględnieniem rekomendowanych dla tej rośliny dawek środków ochrony roślin i nawożenia mineralnego NPK oraz oszczędnych (obniżonych o 50%) dawek agrochemikaliów (pestycydy, nawozy mineralne). Dowiedziono, że najlepsze efekty produkcyjne (plon ziarna) uzyskano w przypadku uprawy pszenicy w płodozmianie z użyciem zalecanych dawek nawozów NPK i pestycydów. Jednakże najkorzystniejszy wskaźnik efektywności energetycznej produkcji pszenicy ozimej stwierdzono przy zastosowaniu technologii oszczędnej (zredukowane dawki

ŚOR i nawozów) w płodozmianie. Wartość energetyczna produkcji jest bowiem pochodną wielkości plonów ziarna – a produktywność pszenicy ozimej w monokulturze była około 12 – 16% mniejsza aniżeli w płodozmianie (nawet w wariacie z rekomendowanymi dawkami agrochemikaliów). Reasumując, potwierdzono, że pielęgnacja ekstensywna i płodozmian sprzyjają uzyskiwaniu wyższej efektywności energetycznej produkcji. Wyniki powyższych badań przedstawiłam jako współautor w publikacji w czasopiśmie z kat. B [II.B.7].

W latach 2005-2008 byłam członkiem zespołu badawczego oceniającego **efektywność energetyczną uprawy jęczmienia jarego w płodozmianie i monokulturze** w ramach grantu naukowego finansowanego przez KBN pt. „*Plonowanie, zdrowotność i zachwaszczenie jęczmienia jarego w warunkach płodozmiannu i monokultury oraz w zależności od formy uprawnej tego zboża*”. W badaniach uwzględniono nagoziarnistą formę jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze. W obu systemach następstwa roślin zastosowano ekstensywną i intensywną pielęgnację zasiewów. Czynnikiem regenerującym stanowisko w monokulturze była dodatkowo uprawa międzyplonów ściernskowych (gorczyca biała, wyka jara + peluszką, życica westerwoldzka), których ściętą biomasę przyorywano na jesieni. Udowodniono, że intensywna pielęgnacja oraz wysiew międzyplonów w monokulturze jęczmienia jarego miały pozytywne oddziaływanie na plonowanie zboża, ale powodowały pogorszenie wskaźnika efektywności energetycznej. Wynikało to z większej pracochłonności i nakładów siły pociągowej stosowanych w takich technologiach. Najlepsze efekty energetyczne gwarantowała uprawa jęczmienia w płodozmianie pielęgnowanym ekstensywnie. Wyniki badań przedstawiono w publikacji naukowej z moim współautorstwem [II.B.6]. .

Ponadto w latach 2009-2011 prowadziłam badania w ramach tematu „*Optymalizacja technologii uprawy wybranych kultur rolniczych*”. W badaniach uwzględniono dwa czynniki: 3 rodzaje międzyplonu ścierniskowego (gorczycę białą, facelię błękitną i mieszankę roślin strączkowych – łubin wąskolistny z grochem pastewnym) oraz 3 sposoby pielęgnacji zasiewu pszenicy (mechaniczny, mechaniczno-chemiczny, chemiczny). Oceniono wielkość plonu ziarna i efektywność energetyczną produkcji pszenicy jarej. Stwierdzono, że największy przyrost plonu ziarna (średnio 9,2%) w porównaniu z obiektem kontrolnym, powodował międzyplon z mieszanki roślin strączkowych. Natomiast pielęgnacje mechaniczno-chemiczna i chemiczna sprzyjały lepszemu plonowaniu pszenicy niż zabiegi mechaniczne, odpowiednio o 13,2 i 9,8%. Największą efektywność energetyczną produkcji ziarna pszenicy osiągnęto na obiekcie bez międzyplonu (kontrola), a uprawa międzyplonów

obniżała efektywność o 7-10%. Opisane wyżej wyniki przedstawiłam w publikacji z listy JCR [II.A.6].

- **Rośliny okrywowe i ich wpływ na jakość gleby i produktywność soi.**

W latach 2008-2010 byłam członkiem zespołu badawczego realizującego temat „*Wpływ roślin okrywowych na plonowanie, zachwaszczenie oraz wybrane parametry jakości gleby pod soją uprawianą systemem siewu bezpośredniego w mulcz*” (doświadczenie polowe GD Czesławice). Celem badań była ocena wpływu roślin okrywowych (żyto ozime, rzepak ozimy, gorczyca biała), sposobu zagospodarowania mulczu (ściółkowanie nadziemną masą albo desykowanie) oraz obniżonych dawek herbicydu (do 75 i 50% rekomendowanej dawki) na wybrane właściwości gleby, plonowanie i jakość nasion soi oraz stan zachwaszczenia łąnu. Dowiedziono, że wszystkie rośliny mulczujące istotnie dodatnio wpływają na zasób próchnicy w glebie. Zastosowanie roślin okrywowych wysiewanych jesienią chroni glebę, a ich biomasa zagospodarowana wiosną poprawia jej jakość. Ponadto, mulcz z żyta i gorczycy białej zwiększa zawartość w glebie fosforu i magnezu, a z rzepaku – potasu. Szeregując wpływ roślin mulczujących na plon nasion soi, najbardziej efektywnie działa mulcz z gorczycy białej, słabiej z żyta, a najslabiej z rzepaku; ujmując sposób zagospodarowania mulczu, korzystniej na plon nasion działa desykacja niż koszenie. Wprowadzenie mulczu (zwłaszcza po życie desykowanym i gorczycy białej), jako proekologicznej metody regulacji zachwaszczenia, powoduje istotne ograniczenie liczby i powietrznie suchej masy chwastów. Pozwala to zasugerować wdrożenie stosowania obu tych mulczy w praktyce rolniczej. Siew bezpośredni nasion soi w mulcz zmieniał istotnie różnorodność flory chwastów (wzrastała wartość wskaźnika ogólnej różnorodności, bogactwa gatunkowego i równomierności, a jednocześnie silnie malała wartość wskaźnika dominacji). Z zakresu powyższych badań opublikowałam jako główny autor 3 oryginalne prace twórcze w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor [II.A.3; II.A.8; II.A.9] oraz 1 pracę w czasopiśmie z kat. B [II.B.22].

- **Siewy mieszane zbóż**

W latach 2007-2009 byłam członkiem zespołu badawczego realizującym temat „*Plonowanie i zachwaszczenie mieszanek międzyodmianowych pszenżyta jarego*” (doświadczenie polowe w Rozborzu). Celem badań było określenie wielkości i struktury plonu oraz wylegania i zachwaszczenia łąnu dwóch odmian pszenżyta jarego (Wanad i Gabo), uprawianych w siewie czystym i w pięciu różnie skomponowanych mieszaninach odmian

oraz w warunkach mechanicznego, mechaniczno-chemicznego i chemicznego pielęgnowania zasiewów badanej rośliny uprawnej. Dowiedziono, że siew mieszanin odmian pszenżyta jarego korzystnie wpłynął na kształtowanie się takich parametrów łanu i kłosa badanej rośliny uprawnej, jak: masa ziarna w kłosie, liczba kłosów na 1 m² i wyleganie roślin, a w następstwie na wielkość plonu ziarna. Wyłącznie mechaniczna pielęgnacja zasiewów pszenżyta jarego okazała się niewystarczająca do skutecznej regulacji zachwaszczenia łanu rośliny uprawnej oraz przeciwdziałania wyleganiu zboża. Wyniki badań przedstawiono w publikacjach, których jestem współautorem [II.B.16; II.B.17].

- **Plonotwórcza ocena retardantów**

W latach 2007-2009 **byłam głównym wykonawcą tematu badawczego** prowadzonego na bazie doświadczenia polowego w GD Czesławice, którego wyniki były przedmiotem mojej rozprawy doktorskiej pt. „*Wpływ wybranych retardantów na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej*”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Mariana Wesołowskiego. W badaniach przyjęto hipotezę, że stosując odpowiedni poziom nawożenia azotem, adiuwanty oraz zróżnicowane dawki regulatorów wzrostu roślin można uzyskać wysoki i wartościowy plon ziarna pszenicy ozimej. Podstawowym celem badań było określenie wielkości i struktury plonu oraz wylegania i zachwaszczenia łanu pszenicy ozimej odmiany Muza pod wpływem trzech retardantów stosowanych w dawkach 100, 50 i 33%, aplikacji adiuwanta oraz wnoszenia nawożenia azotem w dwóch dawkach (100 i 150 kg ha⁻¹).

Dowiodłam, iż największe zróżnicowanie produktywności zboża (w granicach 26%) powodowały warunki meteorologiczne w latach badań. Wszystkie dawki zastosowanych w doświadczeniu retardantów z reguły zwiększały produktywność pszenicy ozimej, w porównaniu z obiektem bez retardanta. Największy wzrost wydajności badanej rośliny uprawnej (w granicach 7-9%), w stosunku do obiektu kontrolnego, wywoływały dawki zredukowane o 67%, co przemawia za celowością zmniejszania w szerokich granicach dawek regulatorów wzrostu. Najwyższą plenność zboża, wyrażoną liczbą i masą ziaren w kłosie, uzyskano po zastosowaniu preparatu Cecefon 465 SL (stanowi to cenną przesłankę dla praktyki rolniczej). Cechy jakości ziarna pszenicy ozimej podlegały głównie wpływom warunków meteorologicznych. Zastosowanie bazowej/zalecanej dawki nawożenia azotowego (150 kg ha⁻¹) zapewniało wysoką produktywność pszenicy ozimej. Obniżenie dawki azotu o 50 kg ha⁻¹ wpływało na istotne zmniejszenie plonu ziarna zboża. Adiuwant olejowy Atpolan 80 EC stosowany łącznie z retardantami wykazywał minimalną skuteczność, przyczyniając się wręcz do zmniejszenia plonochronnego działania regulatorów wzrostu, a w konsekwencji

do ograniczenia plonowania pszenicy ozimej. Zróznicowanie cech biometrycznych roślin pszenicy ozimej w największym stopniu zależało od warunków pogodowych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych, a w mniejszym zakresie od czynników eksperymentalnych. Wyniki badań opublikowałam w pracach naukowych [II.A.4; II.A.5; II.B.8; II.B.12; II.B.13; II.B.21] i przedstawiłam na konferencjach [III.A.1; III.B.1]. Wyniki badań dotyczące użycia retardantów w zasiewach pszenicy ozimej aplikowałam również w formie zaleceń do praktycznego zastosowania w 10 gospodarstwach indywidualnych, położonych na terenie 3 województw (lubelskim, mazowieckim i podkarpackim).

5.2. Osiągnięcia naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia doktora

Główny nurt mojej aktywności naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia doktora stanowiły badania dotyczące wpływu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i zdrowotność ziarna ozimej formy pszenicy zwyczajnej i twardej. Badania, które realizowałam w ramach tematu „*Optymalizacja technologii uprawy wybranych kultur rolniczych*”, miały na celu bonitację czynników agrotechnicznych oraz ocenę stopnia porażenia ziarna i zawartości w nim mykotoksyn. Wyniki tych badań były podstawą opracowania monografii naukowej (osiągnięcie habilitacyjne).

Oprócz wyżej opisanych badań brałam także udział w pracach innych zespołów badawczych, zajmujących się w następującymi zagadnieniami:

- **Wpływ czasu przechowywania ziarna pszenicy jarej na jego jakość technologiczną**

W latach 2011-2014 byłam **członkiem zespołu badawczego** (we współpracy ze **Stacją Oceny Odmian w Czesławicach**) nt. „*Wpływ okresu przechowywania oraz czynnika odmianowego na jakość technologiczną ziarna pszenicy jarej*”. Badania dowiodły, że zachowując prawidłowe warunki związane z przechowywalnictwem ziarna składowanego w magazynach na pryzmach, można uzyskać zadowalające parametry jakościowe ziarna (zawartość składników pokarmowych, parametry wypiekowe ziarna, porażenie przez mikotoksyny, parametry fizyczne – indeks twardości ziarna) nawet po okresie 15-miesięcznego przechowywania w odniesieniu do składowania przez 3 miesiące. Zawartość poszczególnych mykotoksyn nie przekraczała norm kwalifikujących ziarno do celów zarówno paszowych, jak i spożywczych. Jednocześnie zwraca uwagę fakt, że wydłużanie okresu

przechowywania ziarna po zbiorze do 27 miesięcy powodowało zwiększoną zawartość mykotoksyn w ziarnie, pomimo przestrzegania zasad przechowalnictwa. Ziarno przechowywane przez okres 3 –15 miesięcy cechowało się natomiast zbliżoną zawartością mykotoksyn. Niezależnie od okresu przechowywania ziarna, najbardziej odporne na porażenie mykotoksynami okazało się ziarno odmian Korynta i Tybalt, zaś najbardziej podatne odmian Zadra i Monsun. Uzyskane wyniki mają duże znaczenie praktyczne w kontekście mało stabilnego światowego rynku zbóż i częstej konieczności długotrwałego przechowywania ziarna bądź jego transportowania do odległych krajów [praca po pozytywnych recenzjach].

- **Biostymulatory wzrostu i proekologiczne gospodarowanie a produktywność i jakość roślin**

W latach 2011-2013 byłam członkiem zespołu badawczego realizującego temat „*Plonotwórcza funkcja biostymulatorów w zasiewach marchwi*” (doświadczenie polowe w Fajslawicach, współpraca z firmą Heliplant sp. z o.o. w Fajslawicach). Badania dowiodły, że wszystkie zastosowane w doświadczeniu stymulatory wzrostu (Asahi SL, Bio-algeen S 90, Tytanit) oddziaływały dodatnio na parametry ilościowe (plon ogólny korzeni i jego frakcje) i jakościowe (zawartość karotenoidów, kwasu L-askorbinowego, cukrów ogółem) korzeni marchwi. Ponadto, biostymulatory przyczyniały się do zwiększenia zawartości w korzeniach marchwi sodu i magnezu, związków fenolowych (naturalnych antyoksydantów) oraz zmniejszenia zawartości szkodliwych azotanów. Pozytywne oddziaływanie na produktywność i jakość korzeni marchwi miały także międzyplony, w szczególności mieszanka roślin strączkowych (wyka jara + groch polny). Z powyższego zakresu opublikowano wartościową pracę w wydawnictwie figurującym w bazie Web of Science, której jestem współautorem [II.A.2].

Byłam wykonawcą i członkiem zespołu badawczego strony polskiej w białorusko-polskim projekcie (GR 20143192) pt. „*The ecological and biological substantiation of medical plant protection system against weed vegetation for getting highly qualitative vegetal raw stuff in Belarus and Poland*”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa Białorusi. Realizacja badań w ramach projektu rozpoczęła się 01.04.2014 r., a zakończyła 31.03.2016 r. W tym okresie **nawiązałam współpracę naukową z dr Aleną Yakimovich z Instytutu Ochrony Roślin w Prilukach k/Mińska, Białoruś**. Badania dotyczyły możliwości doskonalenia agrotechniki wybranych gatunków roślin zielarskich i prosa w warunkach ekologicznej produkcji. Badania wykazały, że konwencjonalny system uprawy

rumianku pospolitego okazał się korzystniejszy niż ekologiczny, kształtując większy plon ogólny surowca zielarskiego i większy udział kwiatów rurkowych, a także większą zawartość olejku eterycznego i flawonoidów. Biopreparaty w niewielkim stopniu oddziaływały na cechy biometryczne roślin rumianku, jak również nie modyfikowały istotnie plonu ogólnego surowca. W przypadku badania prosa, prowadzono dwa równoczesne eksperymenty polowe w Polsce i Białorusi. Proso na Białorusi zaliczane jest do roślin zielarskich. Przeprowadzone w obu krajach badania potwierdziły dużą przydatność w odchwaszczaniu prosa substancji aktywnych, takich jak: 2.4-D + fluroxypyr ($0,75 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) – stosowanej od fazy 3 liści do fazy 1-go kolanka prosa oraz tribenuron-methyl + fluroxypyr ($11,25 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) – aplikowanej od początku do końca fazy krzewienia roślin prosa. Wyniki uzyskane w ramach tego projektu badań opublikowano w kilku czasopismach naukowych z moim udziałem współautorskim [II.A.10; II.B.23; II.B.24; II.B.25; II.E.6].

- **Możliwości rolniczego wykorzystania podłoża popieczarkowego jako alternatywnego źródła nawożenia**

Wyniki badań prowadzonych w latach 2014-2016 przez wyżej wymieniony polsko-białoruski zespół badawczy pokazują, że podłoże popieczarkowe stosowane na jesieni, a uzupełniane wiosną zmniejszoną dawką nawozów mineralnych NPK można uznać za nawóz stanowiący alternatywę dla standardowego mineralnego nawożenia rumianku pospolitego. Również stosowanie samego podłoża popieczarkowego (bez dodatku na wiosnę nawozów mineralnych) pozwala uzyskiwać porównywalny plon i jakość surowca rumianku, jak w wyniku aplikacji standardowego nawożenia NPK. Nawożenie rumianku pospolitego obornikiem okazało się mniej korzystne dla ogólnej produktywności rośliny zielarskiej. Spośród zastosowanych w eksperymencie nawozów naturalnych, podłoże popieczarkowe posiadało korzystniejszy skład chemiczny, a jego największą zaletą był wąski stosunek C : N, pozwalający na większą i szybszą dostępność składników pokarmowych dla roślin uprawnych. Efekty badań przedstawiono w publikacji, której jestem współautorem [II.A.12].

- **Ocena wpływu różnych praktyk rolniczych na bioróżnorodność gatunkową gruntów ornym**

W ramach szwajcarsko-polskiego projektu badawczego „*Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim (UPR/SPPW/2.2/KIK/25)*”, realizowanego w latach 2013-2015 we współpracy z IUNG-PIB w Puławach uczestniczyłam jako główny wykonawca.

W ostatnich dziesięcioleciach na skutek intensywnego rozwoju i modernizacji gospodarki rolnej agrocenozy stały się jednymi z biocenoz najbardziej zagrożonych spadkiem różnorodności gatunkowej. Z tego powodu w ramach Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej prowadzonych jest wiele działań sprzyjających zachowaniu dużej różnorodności gatunkowej roślin segetalnych. Uzyskane wyniki badań mają dużą wartość poznawczą w zakresie cennych i rzadkich gatunków flory segetalnej województwa lubelskiego i dają podstawę w stosownym zakresie do doskonalenia Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej. Aktualnie w ramach współpracy z IUNG-PIB opracowano i wydano drukiem **monografię naukową** „*Wpływ różnych praktyk rolniczych na różnorodność flory na gruntach ornych*”, której jestem głównym autorem [II.E.3].

- **Międzyplony jako sposób regeneracji stanowiska w monokulturze zbożowej**

W latach 2013-2016 byłam wykonawcą i członkiem zespołu badawczego projektu „*Wpływ międzyplonów ścierniskowych oraz sposobu uprawy roli na żyzność gleby i produktywność pszenicy jarej w krótkotrwałej monokulturze*” (grant NCN nr N N310735940), zrealizowanego na bazie doświadczenia polowego w GD Czesławice. Badania wykazały, iż regeneracja stanowiska w monokulturze pszenicy jarej poprzez uprawę międzyplonów ścierniskowych, zwłaszcza gorczyca białej, przyczynia się do istotnej poprawy produktywności tego zboża. Spośród porównywanych międzyplonów ścierniskowych, najlepszym plonowaniem w warunkach glebowo-klimatycznych środkowej Lubelszczyzny cechowała się gorczyca biała, a następnie facelia błękitna. Mieszanka roślin strączkowych (bobik + wyka jara) okazała się mniej korzystnym przedplonem, głównie z uwagi na słabe wschody bobiku i powolny rozwój obu komponentów strączkowych. Uprawa międzyplonów ścierniskowych wpływała pośrednio, poprzez eliminację stopnia zachwaszczenia i porażenia pszenicy przez choroby grzybowe, na poprawę elementów składowych plonu pszenicy jarej. Bezpłuzny sposób uprawy roli wpływał na zmniejszenie produktywności pszenicy jarej, poprzez pogorszenie większości elementów składowych plonu. Wyraźną obniżkę plonu ziarna stwierdzono w sytuacji braku uprawy międzyplonów ścierniskowych. Z powyższego zakresu opublikowano wartościową publikację figurującą w bazie Web of Science, w której jestem autorem korespondencyjnym [II.A.7].

- **Optymalizacja technologii produkcji roślin zielarskich**

W latach 2018-2020 w ramach współpracy białorusko-polskiej uczestniczę w pracach kolejnego zespołu badawczego (pod kierownictwem prof. Cezarego Kwiatkowskiego

i dr Aleny Yakimovich) realizującego program „*Working out the ecological friendly medicinal plants cultivation technologies directed to the achievement of the optimum agrobiocoenoses phytosanitary situation, getting stable high quality plant raw material yield in Belarus and Poland*”. Wyniki badań uzyskane w ramach programu będą podstawą do opublikowania wartościowych prac naukowych.

- **Doskonalenie technologii produkcji roślin zbożowych**

Od 2018 roku jestem kierownikiem tematu badawczego „*Doskonalenie technologii produkcji zbóż w różnych stanowiskach z uwzględnieniem zachwaszczenia, zdrowotności roślin, wielkości i jakości plonu ziarna oraz efektywności nawożenia azotem*”. Badania pozwolą na określenie, który z przedplonów (wcześnie lub późno schodzący z pola) przyczyni się do uzyskania wyższej produktywności pszenicy ozimej i jarej oraz wpłynie na lepsze parametry jakościowe ziarna. Uprawa pszenicy po dwóch różnych jakościowo przedplonach umożliwi również ocenę zachwaszczenia i występowania chorób grzybowych. W końcowym efekcie zostanie przeprowadzona ocena efektywności nawożenia azotem i opłacalności jej uprawy w warunkach zróżnicowanych czynników badawczych.

- **Badania z zakresu agroturystyki oraz turystyki i rekreacji**

Od 2017 roku moja aktywność naukowa obejmuje także **badania z zakresu agroturystyki oraz turystyki i rekreacji** oraz promocję tego aspektu działalności w ramach prac licencjackich. Syntezą tych nurtów badawczych (agronomii i agroturystyki) jest współautorska monografia „*Produkcja rolnicza a turystyka*” [II.E.1]. Wykazano, że obszary wiejskie i rolnictwo poprzez ochronę bioróżnorodności flory i fauny, ochronę wód przed zanieczyszczeniami oraz gruntów przed erozją i degradacją, kształtowanie krajobrazu kulturowego wsi, a skończywszy na tworzeniu warunków do wypoczynku, turystyki i rekreacji społeczeństwa, oferują liczne dobra publiczne m. in. w zakresie produkcji tlenu i zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego. Udowodniono, że popyt na oferty turystyki wiejskiej w dużym stopniu zależy od atrakcyjności wiejskiej przestrzeni produkcyjnej oraz charakteru produkcji rolniczej. Coraz większym zainteresowaniem agroturystów, ale i całego społeczeństwa cieszą się roślinne i zwierzęce produkty rolnictwa (szczególnie ekologicznego) oraz produkty regionalne. Swoją pozycję na obszarach wiejskich umacnia agroturystyka, między innymi poprzez ofertę związaną z końmi (szkółki jazdy konnej, hipoterapia), produktami pszczelarskimi (apiterapia), uprawę roślin zielarskich. Ważnym

ogniwem oferty turystycznej na obszarach wiejskich staje się też turystyka winiarska (enoturystyka).

W kolejnej monografii naukowej „*Aktywność turystyczna – wybrane aspekty*” [II.E.2], której jestem współautorem, wykazano duże dysproporcje pomiędzy aktywnością turystyczną osób pochodzących z miasta i terenów wiejskich. Dysproporcje te sukcesywnie maleją w przypadku młodych mieszkańców wsi. Wśród różnych form wypoczynku, coraz większego znaczenia nabiera agroturystyka, głównie z uwagi na nieskrępowany kontakt beneficjentów ze światem przyrody i możliwość „alienacji”, jakiej nie zapewniają komercyjne wyjazdy turystyczne związane z dużymi skupiskami turystów. Dzisiejsi agroturyści to głównie: osoby w średnim wieku, wykształcone, dobrze sytuowane materialnie, mieszkańcy średnich i dużych miast, będący w związku małżeńskim. Badania własne dotyczące aktywności turystycznej różnych grup wiekowych i społecznych ludzi są z pewnością cenną wskazówką socjologiczną, szczególnie dla obszarów wiejskich w aspekcie ich wielofunkcyjnego rozwoju (w tym nurtu związanego z turystyką).

5.3. Staż naukowy

W okresie 25.07-05.09.2016 r. **odbyłam staż naukowy w Instytucie Ochrony Roślin w Priłukach k/Mińska na Białorusi** w ramach programu „*The ecological and biological substantiation of medical plant and cereals protection system against weed vegetation for getting highly qualitative vegetal raw stuff in Belarus*” . Opiekunem merytorycznym stażu była dr Alena Yakimovich. Staż dotyczył w szczególności doskonalenia metod regulacji zachwaszczenia upraw wybranych roślin zielarskich (zarówno metod chemicznych poprzez dobór odpowiednich substancji aktywnych i dawek herbicydów, jak i mechanicznych poprzez wybór odpowiedniego czasokresu usuwania chwastów z łąnu). Przedmiotem szczegółowych badań były rośliny zielarskie: kozłek lekarski, serdecznik pospolity, nagietek zwyczajny, rumianek pospolity i ostropest plamisty, a także proso (zaliczane na Białorusi do roślin zielarskich). W wymienionych kulturach zielarskich testowano substancje aktywne (metamitron, pendimetalina), które nie posiadają atestu do stosowania w zasiewach ziół w Polsce i w Białorusi. Stosowano zróżnicowane (i zredukowane) dawki herbicydów (100, 75, 50 i 33%) aby poznać właściwe ich wielkości (optymalną dawkę) z punktu widzenia skuteczności eliminacji chwastów z łąnu i jednoczesnego braku pozostałości substancji biologicznie czynnych w surowcu zielarskim. Oprócz roślin zielarskich, duże znaczenie w Instytucie w Priłukach przywiązuje się do uprawy roślin zbożowych (gryka, pszenica, kukurydza), a także lnu włóknistego, rzepaku i ziemniaka. Zapoznałam się szczegółowo

z specyfiką uprawy tych roślin w warunkach Białorusi. W trakcie stażu zajmowałam się również proekologicznymi metodami doskonalenia agrotechniki roślin zielarskich (czasokres mechanicznej regulacji zachwaszczenia, nawożenie i dokarmianie dolistne roślin nawozami oraz preparatami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym). Prowadziłam również obserwacje nad skutkami mechanicznego sposobu regulacji zachwaszczenia w zasiewach niektórych roślin zielarskich (kozłek lekarski, tymianek właściwy). W innym doświadczeniu była testowana skuteczność działania Efektywnych Mikroorganizmów (aplikowanych w różnych dawkach doglebowo i nalistnie) w aspekcie zwiększania produktywności rumianku pospolitego, tymianku właściwego, bazylii pospolitej i prosa. W trakcie pobytu na stażu zapoznałam się także z nowymi technologiami uprawy roślin zielarskich praktykowanymi w gospodarstwie Sovkhoz Bolshoe Mozheikovo na Białorusi, w którym areał uprawy roślin zielarskich planuje się zwiększyć docelowo do 300 ha. W wyniku współpracy z Instytutem Ochrony Roślin w Priłukach opublikowano dotychczas 6 oryginalnych prac twórczych, w których jestem współautorem [II.A.10; II.A.12; II.B.23; II.B.24; II.B.25; II.E.6]. Przedstawiono w nich aspekty uprawy roślin zielarskich w warunkach Polski i Białorusi.

6. Podsumowanie dorobku naukowego

Mój łączny dorobek publikacyjny obejmuje **69 pozycji (tab. 1), w tym:**

- **40 oryginalnych prac twórczych (z czego w 17 jestem pierwszym autorem)**
- **7 komunikatów naukowych na konferencje międzynarodowe**
- **21 komunikatów naukowych na konferencje krajowe**
- **3 monografie naukowe**
- **5 rozdziałów w monografiach naukowych**
- **4 prace popularno-naukowe**
- **1 raport z badań**

Suma punktów za publikacje według wykazu czasopism punktowanych MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **568**, w tym **524** punktów po uzyskaniu stopnia doktora bez uwzględnienia osiągnięcia.

W ujęciu wskaźnikowym mój dorobek naukowo-badawczy przedstawia się następująco:

- Liczba publikacji w czasopismach naukowych posiadających Impact Factor = **12**;
- Sumaryczny *Impact Factor* publikacji wg listy *Journal Citation Reports* = **8,077**.

- Liczba cytowań publikacji naukowych według bazy Web of Science = 7 (bez autocytań 6)
- Liczba cytowań publikacji naukowych według bazy Scopus = 19
- Indeks Hirscha według bazy Web of Science = 2
- Indeks Hirscha według bazy Scopus = 3

W uznaniu za osiągnięcia naukowe zostałam wyróżniona przez Jego Magnificencję Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie:

- w 2017 roku nagrodą indywidualną II stopnia,
- w 2018 roku nagrodą indywidualną III stopnia.

Ponadto w 2018 roku otrzymałam Brązowy Medal Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za długoletnią służbę.

Brałam udział w realizacji projektów badawczych:

- 2002-2004 – projekt KBN (3P06R03822), (członek zespołu badawczego);
- 2011-2014 – projekt NCN (N N310735940), (wykonawca);
- 2013-2015 – projekt szwajcarsko-polski (Nr UPR/SPPW/2.2/KIK/25), (główny wykonawca);
- 2014-2016 – projekt białorusko-polski (GR 20143192), (wykonawca);
- od 2017 (w trakcie realizacji) - projekt Biostrateg3/347445/1/NCBR/2917, (wykonawca).

Podczas dotychczasowej pracy naukowej brałam czynny udział w 28 konferencjach naukowych (7 przed doktoratem i 21 po doktoracie). Wygłosiłam 2 referaty. Łącznie jako autor i współautor zaprezentowałam 7 prezentacji posterowych na konferencjach międzynarodowych oraz 15 na konferencjach krajowych.

Wykonałam 6 recenzji prac do zagranicznych czasopism naukowych w języku angielskim (2 dla Journal of Experimental Agriculture International, 3 dla International Journal of Plant & Soil Science, 1 dla Advances in Research), 3 recenzje do czasopism krajowych (1 dla Agronomy Sciences i 2 dla Episteme-Czasopismo Naukowo-Popularne) oraz 1 recenzję pracy do zagranicznych materiałów konferencyjnych.

Współpracuję z krajowymi instytutami badawczymi: Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-PIB w Puławach (Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej, Zakład Uprawy Roślin Pastewnych) oraz Instytutem Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN w Lublinie. Współpraca obejmuje wspólne badania i publikacje naukowe, konsultacje naukowe i wymianę informacji.

Wymiernym efektem współpracy i wspólnych badań jest 5 publikacji naukowych [II.A.11; II.B.20; II.B.21; II.B.26; II.E.3]. Ponadto współpracowałam z firmą Heliplant sp. z o.o. w Fajslawicach) w zakresie badań nad zastosowaniem biostymulatorów wzrostu w warunkach proekologicznego gospodarowania, w aspekcie możliwości poprawy produktywności i jakości roślin.

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego według rodzaju publikacji

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	Sumaryczny IF ¹	Suma punktów MNiSW w roku wydania
Czasopisma posiadające współczynnik wpływu IF, wyróżnione w Journal Citation Reports (lista A)	12	8,077	230
Czasopisma nieposiadające współczynnika wpływu IF, (lista B)	28	-	238
Monografie naukowe w języku polskim	3	-	75
Rozdziały monografii naukowych w języku polskim	5	-	25
Raporty z badań	1	-	-
Materiały konferencyjne	28	-	-
Artykuły popularno-naukowe	4	-	-
Razem	81	8,077	568
- w tym osiągnięcie	1	-	25
- w tym po doktoracie z osiągnięciem	72	8,077	549
- w tym po doktoracie bez osiągnięcia	71	8,077	524

¹- sumaryczny Impact Factor (IF) według bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem opublikowania.

Tabela 2. Zestawienie dorobku naukowego według autorstwa habilitantki

Rodzaj publikacji	Pierwszy autor lub autor korespondencyjny	Drugi autor	Trzeci lub dalszy autor	Razem
Oryginalne prace twórcze (lista A)	10	-	2	12
Oryginalne prace twórcze (lista B)	15	8	17	40
Monografie	1	1	1	3
Rozdziały w monografiach	-	2	3	5
Materiały konferencyjne	19	2	7	28
Raport	1	-	-	1

Tabela 3. Zestawienie dorobku naukowego według tytułów czasopism

Czasopismo	Liczba publikacji	Sumaryczny IF	Suma punktów w roku wydania
Czasopisma posiadające współczynnik wpływu IF, wyróżnione w bazie JCR (lista A)			
Romanian Agricultural Research	1	0,281	15
Romanian Agricultural Research	3	0,410	45
Journal of Elementology	1	0,719	15
Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science	1	0,651	20
Romanian Agricultural Research	2	0,458	30
Journal of Agriculture Science Technology	1	0,813	30
Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus	2	0,448	40
Journal of Agronomy and Crop Science	1	2,571	35
RAZEM	12	8,077	230
Czasopisma nieposiadające współczynnika wpływu IF (lista B)			
Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin	2	-	6
Acta Agrobotanica	9	-	98
Acta Agrophysica	7	-	73
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	1	-	4
Annales UMCS, Sec. E/aktualnie Agronomy Science	3	-	24
Pamiętnik Puławski	3	-	14
Fragmenta Agronomica	2	-	10
Economic and Regional Studies/Studia Ekonomiczne i Regionalne	1	-	9
RAZEM	28	-	238

7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną

Moja działalność dydaktyczna realizowana w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie obejmuje opracowywanie modułów kształcenia oraz prowadzenie wykładów, ćwiczeń i seminariów dyplomowych na następujących kierunkach studiów: rolnictwo, bioinżynieria, bezpieczeństwo i certyfikacja żywności, turystyka i rekreacja, ochrona środowiska, dietetyka, geodezja i kartografia, zootechnika, behawiorystyka zwierząt. W latach 2016-2019 byłam opiekunem naukowym 35 dyplomantów I stopnia (19 prac inżynierskich i 12 licencjackich) i II stopnia (4 prace magisterskie) zarówno studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych.

W celu podniesienia umiejętności opracowywania wyników badań naukowych w latach 2012-2015 uczestniczyłam w szkoleniach z zakresu analizy danych bibliometrycznych i obsługi serwisu internetowego EMIS oraz w warsztatach szkoleniowych dotyczących pozyskiwania projektów badawczych.

W 2016 roku uczestniczyłam w realizacji programów rolno-środowiskowych, przygotowując materiały szkoleniowe i prezentacje dla rolników i pracowników administracji na temat „Ochrona różnorodności gatunkowej cennych przyrodniczo siedlisk na użytkach rolnych na obszarach Natura 2000 w woj. lubelskim”.

W 2018 roku aktywnie uczestniczyłam w zespole przygotowującym dokumentację na potrzeby Polskiej Komisji Akredytacyjnej, wizytującej Wydział Agrobiotechnologii na kierunkach rolnictwo i bioinżynieria.

W ramach popularyzowania nauki aktywnie uczestniczyłam w Lubelskim Festiwalu Nauki (2016). Ponadto w 2014 roku brałam udział w pracach komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Nauka dla gospodarki i środowiska”, połączonej z Jubileuszem 70-lecia Wydziału Agrobiotechnologii.

Od 2014 roku jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Agronomicznego - Oddział w Lublinie. Zostałam 2-krotnie wybrana do Rady Wydziału Agrobiotechnologii w kadencjach 2013-2016 i 2017-2020. Pełnię również funkcję członka Komisji ds. Kadr Naukowych Wydziału Agrobiotechnologii na lata 2016-2020. Ponadto w styczniu 2019 roku zostałam powołana na członka Zespołu Oceniającego jakość prac inżynierskich i magisterskich na studiach I i II stopnia - kierunek rolnictwo, na Wydziale Agrobiotechnologii.

Lublin, 28.03.2019 r.

Elżbieta Harasim