



## **AUTOREFERAT**

**przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych**

**Dr inż. Sylwia Mariola Andruszczak**

**UNIwersYTET PRZYRODnicZY W LUBLINIE  
Wydział Agrobiotechnologii  
Katedra Herbologii i Techniki Uprawy Roślin**

**Lublin 2018**

## SPIS TREŚCI

<b>1 Dane personalne .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Posiadane dyplomy, stopnie naukowe .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowy ....</b>	<b>3</b>
<b>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): .....</b>	<b>4</b>
a Tytuł osiągnięcia naukowego .....	4
b Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe .....	4
c Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników .....	5
<b>5 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych .....</b>	<b>23</b>
<b>6 Podsumowanie dorobku naukowego .....</b>	<b>33</b>
<b>7 Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną .....</b>	<b>36</b>

## 1. Dane personalne

### Imię i nazwisko:

Sylwia Mariola Andruszczak

### 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:

- 2001 magister inżynier  
Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, Kierunek Rolnictwo  
Tytuł pracy: „*Wzrost, rozwój i plonowanie żyta ozimego na tle warunków meteorologicznych w obserwatorium agrometeorologicznym w Felinie (1985/86 – 1994-95)*”  
Promotor: dr inż. Henryk Galant
- 2004 dyplom ukończenia dwusemestralnych Studiów Podyplomowych w zakresie polityki rolnej oraz wykorzystania funduszy Unii Europejskiej  
Akademia Rolnicza w Lublinie
- 2006 doktor nauk rolniczych w zakresie agronomii – rośliny zielarskie  
Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy  
Tytuł pracy: „*Wpływ sposobu zakładania plantacji na wzrost, rozwój i plonowanie prawoślazu lekarskiego (Althaea officinalis L.) i lubczyku ogrodowego (Levisticum officinale Koch.)*”  
Promotor: prof. dr hab. Janusz Wiśniewski  
Recenzenci: prof. dr hab. Krystyna Suchorska-Tropiło  
prof. dr hab. Stanisław Berbec

## 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- 2006-2007 asystent w Katedrze Ekologii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Lublinie  
(obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)
- 2007-2017 adiunkt w Katedrze Ekologii Rolniczej w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie
- 2017-2018 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 2003r. 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:**

jednotematyczny cykl publikacji pt.:

**Agrotechniczne uwarunkowania poziomu plonowania i zachwaszczenia łąnu ozimych odmian pszenicy orkiszowej (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) oraz ocena wartości technologicznej i odżywczej ziarna**

**b) Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe:**

1. **Andruszczak S.**, Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E. 2011. Yield of winter cultivars of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivated under diversified conditions of mineral fertilization and chemical protection. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 10(4): 5–14  
(wg. MNiSW – **6 pkt**, udział 75%)
2. **Andruszczak S.**, Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E. 2012. Weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars grown under different conditions of mineral fertilization and chemical plant protection. *Acta Agrobotanica* 65(3): 109 – 118  
(wg. MNiSW – **7 pkt**, udział 75%)
3. **Andruszczak S.** 2017. Reaction of winter spelt cultivars to reduced tillage system and chemical plant protection. *Zemdirbyste-Agriculture* 104(1): 15–22  
(wg. MNiSW – **20 pkt**, **IF = 0,644**)\*
4. **Andruszczak S.**, Kraska P., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E. 2013. The effect of tillage system and herbicide application on weed infestation of crops of winter spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars. *Acta Agrobotanica* 66(4): 173–184  
(wg. MNiSW – **8 pkt**, udział 75%)
5. **Andruszczak S.** 2017. The influence of tillage and chemical plant protection on weed infestation of winter spelt wheat cultivars (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) growing in continuous crop. *Agronomy Science* 72(4): 77–87  
(wg. MNiSW – **9 pkt**)
6. **Andruszczak S.**, Kwiecińska-Poppe E., Kraska P., Pałys E. 2012. Wpływ niektórych środków ochrony roślin na kształtowanie powierzchni liści i kąta ich nachylenia u

wybranych odmian ozimych pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.).  
Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin 52(1): 163 – 166

(wg. MNiSW – **5 pkt**, udział 75%)

7. Świeca M., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło R., **Andruszczak S.**, Kraska P., Kowalczyk D., Pałys E., Baraniak B. 2014. Grinding and nutritional properties of six spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) cultivars. Cereal Chemistry 91(3): 247–254

(wg. MNiSW – **25 pkt**, **IF = 1,231**, udział 30%)

8. Kraska P., **Andruszczak S.**, Kwecińska-Poppe E., Pałys E. 2013. Effect of chemical crop protection on the content of some elements in grain of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Journal of Elementology 18(1): 79–90

(wg. MNiSW – **15 pkt**, **IF = 0,643**, udział 40%)

Suma punktów według wykazu MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania **95**.  
Sumaryczny IF publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego według roku opublikowania wynosi **2,518**.

\* – IF podano za 2016 r.

### c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników

#### Wprowadzenie

Pszenica zwyczajna, z uwagi na duże znaczenie w żywieniu ludzi i zwierząt oraz wysoki potencjał plonotwórczy, jest najważniejszym pod względem gospodarczym zbożem w kraju. Powierzchnia jej uprawy w 2016 roku wyniosła ponad 2,36 mln ha, co stanowiło 32% w strukturze zasiewów zbóż. W ostatnich latach w Polsce i na świecie dąży się do zwiększenia różnorodności biologicznej wśród roślinnych surowców żywnościowych, dlatego coraz częściej obserwuje się powrót do dawnych gatunków uprawianych w przeszłości (Moudry i in. 2011). Jednym z najstarszych zbóż wykorzystywanych przez człowieka jest niewymłacająca się pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*), należąca do gatunku biologicznego *T. aestivum* L. Europejskie formy orkisz powstały w rezultacie skrzyżowania się nagiej lub oplewionej pszenicy tetraidalnej z kozieńcem (*Aegilops tauschii* Coss.). Według innej hipotezy orkisz powstał wtórnie z pszenicy zwyczajnej *T. aestivum* subsp. *vulgare* drogą mutacji, albo w wyniku spontanicznej hybrydyzacji z płaskurką. Począwszy od epoki brązu aż do wczesnego średniowiecza pszenica orkiszowa odgrywała ważną rolę w wyżywieniu dawnej Europy, stając się głównym zbożem chlebowym. Z czasem jednak utraciła swoje znaczenie, a powierzchnia jej uprawy stopniowo malała (Lityńska-Zajac i Wasylikiowa 2005). Przez pewien czas orkisz był zbożem zapomnianym, jednak w ciągu ostatnich 20 lat jego popularność rośnie. Współcześnie uprawa orkiszu koncentruje się głównie w gospodarstwach ekologicznych. Szacuje się, że w Europie zajmuje powierzchnię ok. 100 tys. ha, przy czym najwięcej orkisz uprawia się w

Niemczech, Austrii i Szwajcarii (Longin i Würschum 2016). Na mniejszą skalę spotkać go można m.in. we Włoszech, Francji, a od lat 90-tych także w Czechach, na Węgrzech i Słowacji. Również w Polsce z roku na rok rośnie zainteresowanie tym zbożem, co jest w dużym stopniu związane z rozwojem rolnictwa ekologicznego. Orkisz uznaje się bowiem za roślinę doskonale sprawdzającą się w tym systemie gospodarowania. Jest bardziej odporny na choroby i stropy środowiskowe niż pszenica zwyczajna, a obecność ściśle przylegających do ziarniaka plewek stanowi naturalną ochronę przed patogenami, dlatego ziarno orkiszu nie wymaga zaprawiania przed siewem (Winzler i Rüegger 1990; Baumgärtel-Blaschke 1992). Z drugiej strony, orkisz wykazuje cechy typowe dla dzikich gatunków pszenic, takie jak łamliwa osadka kłosowa, słaba wymłalność oraz znaczna wysokość zwiększająca podatność na wyleganie. Z tych powodów orkisz jest trudny do uprawy na szeroką skalę (Campbell 1997). W naszym kraju najczęściej uprawia się odmiany niemieckie, tj. Schwabenkorn, Franckenkorn i Oberkulmer Rotkorn, choć od niedawna dostępne są również odmiany polskie (Rokosz, Wirtas i Kuiavia).

Ziarno orkiszu zawiera wiele cennych składników odżywczych niezbędnych w diecie ludzi i zwierząt. Według niektórych autorów charakteryzuje się korzystniejszym składem chemicznym w porównaniu do form uprawnych pszenicy zwyczajnej – zawiera więcej białka, glutenu, błonnika i nienasyconych kwasów tłuszczowych, białko zaś cechuje wyższa strawność (>80%) oraz lepsza wartość biologiczna (Campbell 1997; Escarnot i in. 2012; Jablonskyte-Rašče i in. 2013; Stępień i in. 2016). Wykazano również podwyższoną w stosunku do pszenicy zwyczajnej zawartość niemal wszystkich aminokwasów (Kwiatkowski i in. 2015). Orkisz zawiera ponadto więcej witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D i E) oraz witamin z grupy B. Duża ilość popiołu uzyskiwana z ziarna wskazuje, że jest bogatym źródłem składników mineralnych, zwłaszcza fosforu, cynku, miedzi, magnezu i żelaza (Ruibal-Mendieta i in. 2005; Gomez-Becerra i in. 2010). Zawiera ponadto składniki wykazujące biologiczną aktywność, w tym właściwości przeciwutleniające. W szczególności do związków tych zalicza się tokoferole, kwasy fenolowe i fitosterole (Zieliński i in. 2008; Gawlik-Dziki i in. 2012). Ziarno orkiszu stanowi cenny surowiec do produkcji pieczywa, makaronu, ciastek, a nawet kawy. Z uwagi na wysoką wartość odżywczą produkty te są cenione i poszukiwane przez konsumentów. Udowodniono, że systematyczne spożywanie orkiszu regeneruje cały organizm, zwiększa jego odporność oraz wspomaga leczenie chorób nowotworowych. Dieta orkiszowa sprzyja obniżeniu poziomu cholesterolu we krwi, wspomaga działanie układu pokarmowego oraz zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób związanych z powstawaniem kamieni żółciowych w organizmie (Abdel-Aal i Wood 2004).

### **Cel badań**

Ze względu na cenny skład chemiczny ziarno orkiszu oraz produkty z niego wytworzone mogą stanowić alternatywny do innych zbóż składnik diety. Istotnym problemem ograniczającym uprawę pszenicy orkiszowej jest niski potencjał plonowania. Konieczne jest więc zwrócenie uwagi na te czynniki agrotechniczne, których optymalizacja pozwoliłaby zwiększyć plonowanie i uczynić je stabilnym. Fragmentaryczne i często rozbieżne wyniki badań zagranicznych dotyczące uprawy orkiszu nie dają podstaw do ich wykorzystania w

warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Ważne jest więc podejmowanie badań nad możliwością poprawy produktywności pszenicy orkiszowej w warunkach typowych dla naszego kraju. W literaturze spotyka się informacje, że orkisz jest rośliną niskonakładową, niewymagającą stosowania intensywnej ochrony, dlatego dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na ocenie przydatności orkiszu do ekologicznego systemu produkcji. Niewiele jest natomiast informacji dotyczących wpływu intensyfikacji technologii uprawy na wielkość i jakość plonu ziarna orkiszu, a także poziom zachwaszczenia ładu.

Z uwagi na stale rosnące zainteresowanie uprawą pszenicy orkiszowej oraz ograniczoną liczbę odmian dostosowanych do warunków agroekologicznych naszego kraju, z punktu widzenia praktyki rolniczej ważne jest poznanie reakcji różnych genotypów orkiszu na zróżnicowane warunki agrotechniczne. Niewystarczająca ilość wyników badań polowych prowadzonych w systemie uprawy konwencjonalnej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski była podstawą do sformułowania przeze mnie celu oryginalnych badań.

**Celem badań było porównanie poziomu plonowania, zachwaszczenia ładu oraz wartości technologicznej i odżywczej ziarna ozimych odmian pszenicy orkiszowej w warunkach intensyfikacji technologii produkcji oraz ocena reakcji orkiszu na uproszczony system uprawy roli.**

Realizacja celu głównego była możliwa dzięki sformułowaniu szczegółowych celów badań, obejmujących następujące aspekty:

- analiza zmienności plonowania i zachwaszczenia ozimych odmian pszenicy orkiszowej w zależności od poziomu nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony ładu;
- ocena plonowania pszenicy orkiszowej w zależności od odmiany, systemu uprawy roli i chemizacji zasiewów;
- ocena zachwaszczenia ładu ozimych odmian pszenicy orkiszowej w warunkach bezplużnej uprawy roli i chemicznej ochrony roślin;
- ocena wartości technologicznej ziarna orkiszu oraz jego właściwości odżywczych i prozdrowotnych w zróżnicowanych warunkach agrotechnicznych.

## **Omówienie wyników badań**

### **Analiza zmienności plonowania i zachwaszczenia ładu ozimych odmian pszenicy orkiszowej w zależności od poziomu nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony roślin [publikacje 1–2]**

Orkisz wykazuje dużą zdolność przystosowawczą do ekstensywnej uprawy, a w mniej sprzyjających warunkach może być nawet bardziej produktywny niż pszenica zwyczajna (Rimle i in. 1995; Castagna i in. 1996). Chociaż zboże to uznawane jest za modelową roślinę dla potrzeb rolnictwa ekologicznego, to niektóre badania wskazują, że dobrze reaguje na intensyfikację uprawy (Rachoń i in. 2009). Jednym z ważniejszych czynników agrotechnicznych decydujących o plonowaniu roślin jest nawożenie mineralne. W dostępnej literaturze nie ma jednoznacznych zaleceń odnośnie dawek NPK pod pszenicę orkiszową,

jakkolwiek panuje pogląd, iż ze względu na niższą plenność ma ona mniejsze wymagania nawozowe niż pszenica zwyczajna (Sulewska 2012). Z drugiej strony wiadomo jest, że plonotwórczy efekt nawożenia mineralnego w dużym stopniu zależy od odmiany. Uwarunkowane jest to genetycznie i wiąże się ze zróżnicowaną zdolnością poszczególnych genotypów do produktywnego wykorzystania składników pokarmowych (Sułek i in. 2007). Poza nawożeniem mineralnym istotną rolę w kształtowaniu plonu ziarna mogą odgrywać inne czynniki intensyfikujące poziom agrotechniki, takie jak: ochrona przed chorobami, chemiczna regulacja zachwaszczenia czy stosowanie regulatorów wzrostu. Wyniki badań dotyczące optymalizacji nawożenia mineralnego pszenicy orkiszowej w warunkach stosowania różnych wariantów chemicznej ochrony roślin zaprezentowano w **publikacjach 1 – 2**. Badania realizowano w ramach zadania badawczego do tematu RKE-BW/11 „Studia nad plonowaniem i zachwaszczeniem zbóż w zróżnicowanych systemach uprawy roli”. Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2008-2010 w Gospodarstwie Doświadczalnym UP w Lublinie, zlokalizowanym w Bezku k. Chełma na rędzinie mieszanej wytworzonej z opoki kredowej, o składzie granulometrycznym gliny zwykłej. Przedmiotem badań były dwie odmiany orkiszu ozimego, tj. Schwabenkorn i Spelt I.N.Z. W doświadczeniu zastosowano dwa poziomy nawożenia mineralnego ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): I. poziom – N 60 (20+40), P 26,2, K 83; II. poziom – N 80 (20+40+20), P 34,9, K 99,6. Natomiast poziomy ochrony roślin uwzględniały zastosowanie następujących środków: A. obiekt kontrolny (bez ochrony chemicznej); B. regulator wzrostu Stabilan 750 SL ( $\text{CCC } 750 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) i herbicyd Mustang 306 SE (florasulam  $6,25 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ; 2,4-D EHE  $300 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ); C. Stabilan 750 SL, Mustang 306 SE i herbicyd Attribut 70 WG (propoksykarbazon 70%; ester metylowy soli sodowej kwasu 2-benzoesowego); D. Stabilan 750 SL, Mustang 306 SE, Attribut 70 WG i fungicyd Alert 375 SC (flusilazol  $125 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ; karbendazym  $250 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ ).

W warunkach prowadzonych badań [**publikacja 1**] pszenica orkiszowa plonowała na poziomie  $4,07\text{--}4,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a więc wyższym niż w doświadczeniach zagranicznych i krajowych prowadzonych w systemie ekologicznym (Berner i in. 2008; Kuś i in. 2010; Feledyn-Szewczyk 2012). Niezależnie od zastosowanych czynników agrotechnicznych, bardziej produktywna była odmiana Spelt I.N.Z. W trzyletnim okresie badań odmiana ta plonowała średnio o 9% wyżej niż odmiana Schwabenkorn oraz charakteryzowała się istotnie większą wartością MTZ oraz liczbą i masą ziaren z kłosa.

W doświadczeniu wykazałam, że wyraźnie korzystniejsze było zastosowanie wyższych dawek NPK (80:34,9:99,6) prowadzące do 8% przyrostu plonu ziarna. Decydowała o tym przede wszystkim zwiększona obsada kłosów, bowiem pozostałe elementy struktury plonu w obydwu wariantach nawożenia były podobne. Udowodnione współdziałanie pomiędzy czynnikami doświadczenia wskazało, że reakcja orkiszu na nawożenie mineralne zależała od odmiany. Istotny wzrost plonu ziarna pod wpływem zwiększonych dawek NPK stwierdzono tylko w odniesieniu do odmiany Schwabenkorn (średnio 12%), natomiast zwiększenie plonu ziarna odmiany Spelt I.N.Z. było niewielkie (5%) i statystycznie nieistotne. Pozytywną reakcję orkiszu na zwiększanie poziomu nawożenia azotem do  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  potwierdziła Podolska i in. (2015). Również badania Knapowskiego i in. (2016) wskazują, że pszenica orkiszowa dobrze wykorzystuje intensywne nawożenie azotem. W badaniach Stalengi (2009) dotyczących stanu odżywienia roślin dowiedziono, że orkisz uprawiany w systemie ekologicznym charakteryzował się wystarczającym zaopatrzeniem w



fosfor i jednocześnie deficytowym zaopatrzeniem w potas. Wykazywał jednak zdolność do mniejszego pobrania azotu z gleby i jego redystrybucji do części generatywnych niż współczesne odmiany pszenicy ozimej.

W literaturze można znaleźć tylko nieliczne publikacje dotyczące plonowania orkiszu w warunkach intensyfikacji chemicznej ochrony roślin (Rachoń i in. 2009). W przeprowadzonych badaniach, wskutek zastosowania wszystkich ocenianych wariantów ochrony roślin istotnie wzrosła liczba kłosów na jednostce powierzchni, nie stwierdzono jednak wpływu chemizacji zasiewów na pozostałe elementy struktury plonu. Udowodniona interakcja pomiędzy czynnikami doświadczenia wskazuje na zróżnicowaną reakcję odmian na zastosowane zabiegi ochronne. W porównaniu z wariantem kontrolnym, odmiana Schwabenkorn w obiektach chronionych chemicznie wytworzyła istotnie większe plony ziarna (średnio od 30% do 34%), w odróżnieniu od odmiany Spelt I.N.Z., plonującej podobnie we wszystkich obiektach doświadczalnych. Warto jednak podkreślić, iż w przypadku odmiany Schwabenkorn plony ziarna w obiekcie, gdzie zastosowano najbardziej intensywny wariant ochrony chemicznej (Stabilan 750 SL, Mustang 306 SE, Attribut 70 WG, Alert 375 SC) oraz w obiektach pozbawionych fungicydu lub fungicydu i drugiego herbicydu, nie różniły się istotnie.

Jednym z ważniejszych czynników obniżających wielkość i jakość plonów roślin uprawnych jest obecność chwastów. Chwasty segetalne odznaczają się dużą żywotnością, rosną szybciej niż rośliny uprawne oraz łatwiej przystosowują się do lokalnych warunków siedliskowych. Na polach silnie opanowanych przez chwasty straty makroskładników wnoszonych wraz z nawozami mineralnymi i organicznymi sięgają 70%, co przekłada się na straty w plonach roślin uprawnych (Rola i in. 2013). Nieodzownym elementem agrotechniki pozwalającym utrzymać plantację w stanie wolnym od chwastów jest stosowanie herbicydów. Coraz większego znaczenia nabierają jednak inne metody regulacji zachwaszczenia, w tym wykorzystanie genetycznych właściwości uprawianych odmian. Dowiedziono bowiem, że o zróżnicowanych zdolnościach konkurencyjności poszczególnych odmian zbóż z chwastami decydują ich anatomiczne i morfologiczne cechy, takie jak tempo wzrostu i pobierania składników pokarmowych, wysokość roślin czy rozkrzewienie (Feledyn-Szewczyk 2013). Zdaniem niektórych autorów strukturę agrofitycenozy w dużym stopniu kształtuje nawożenie. Wyższe dawki NPK, poprzez korzystny wpływ na zwartość łanu, zmniejszają presję chwastów oraz różnicują ich skład florystyczny (Blackshaw i Brandt 2008). Istnieją również badania wskazujące na stymulujący wpływ nawożenia mineralnego na florę segetalną (Pałys i in. 2011).

Ze względu na stale rosnące zainteresowanie uprawą pszenicy orkiszowej zasadne jest poszukiwanie odmian mniej podatnych na presję chwastów. Celem badań zaprezentowanych w **publikacji 2** było porównanie zachwaszczenia łanu dwóch odmian pszenicy orkiszowej w zróżnicowanych warunkach nawożenia mineralnego i chemicznej ochrony łanu. Ocenę zachwaszczenia przeprowadzono metodą ilościowo-wagową w fazie dojrzałości woskowej ziarna orkiszu (BBCH 85-87). Polegała ona na oznaczeniu składu gatunkowego i liczby chwastów towarzyszących uprawie orkiszu oraz określeniu powietrznie suchej masy ich części nadziemnych. Powierzchnię badawczą wyznaczono za pomocą ramki o bokach 1 m × 0,25 m w czterech losowo wybranych miejscach każdego poletka.

Średnio, w trzyletnim okresie badań, fitocenozę orkiszową tworzyły 32 gatunki chwastów dwuliściennych, 6 taksonów jednoliściennych i skrzyp polny. Największy udział w zbiorowisku chwastów miały *Apera spica-venti* (25%), *Galium aparine* (17%) i *Setaria pumila* (16%). Wykazano, że skład florystyczny oraz obsada chwastów zasiedlających łany pszenicy orkiszowej zależały przede wszystkim od odmiany i poziomu chemizacji zasiewów, w mniejszym stopniu zaś od intensywności nawożenia mineralnego. Liczba chwastów w łanie porównywanych odmian orkiszowych oraz ich powietrznie sucha masa różniły się istotnie – niższe wartości wymienionych wskaźników zachwaszczenia stwierdzono w łanie odmiany Schwabenkorn (w porównaniu z odmianą Spelt I.N.Z. odpowiednio o 55,5% i 38,9%).

Pod wpływem zwiększonych dawek NPK zaznaczyła się tendencja zwiększenia ogólnej liczby chwastów (śr. o 11,5 szt.·m<sup>-2</sup>, tj. 20,5%), jednak liczba gatunków chwastów oraz ich powietrznie sucha masa w obydwu wariantach nawożenia była podobna.

W obiektach, gdzie stosowano chemiczną ochronę roślin, ogólna liczba chwastów w zasiewach orkiszowych zmniejszyła się w porównaniu z wariantem kontrolnym o 2%–24%, a ich sucha masa średnio od 55% do 73%. Wynikało to przede wszystkim z ograniczenia występowania chwastów dwuliściennych, zwłaszcza *Galium aparine* czy *Papaver rhoeas*. Odmienne zależności stwierdzono w odniesieniu do taksonów jednoliściennych. W obiekcie, w którym zastosowano tylko jeden herbicyd (Mustang 306 SE) ich liczba wzrosła w stosunku do kontroli średnio o 68%. Szczególną uwagę zwraca *Setaria pumila* wyróżniająca się niemal 6-krotnym zwiększeniem obsady w porównaniu z wariantem kontrolnym. Wynikało to prawdopodobnie z braku wrażliwości tego gatunku na substancje aktywne herbicydu, bowiem florasulam i 2,4-D EHE zwalczają głównie chwasty dwuliściennie. W rezultacie ograniczając ich liczebność stworzono korzystne warunki dla rozwoju taksonów jednoliściennych. Spośród wszystkich wariantów doświadczenia najmniejszą masę chwastów określono w zasiewach odmiany Schwabenkorn nawożonej dawkami N:P:K w ilości 60:26,2:83 kg·ha<sup>-1</sup>, stosując do jej ochrony dwa herbicydy, fungicyd i regulator wzrostu.

### **Ocena plonowania pszenicy orkiszowej w zależności od odmiany, systemu uprawy roli i chemizacji zasiewów [publikacja 3]**

Tradycyjna uprawa roli uwzględniająca zastosowanie pługa jest jednym z najbardziej energochłonnych, a przez to kosztownych elementów produkcji roślinnej (Kordas 2009). Głębokie spulchnianie i odwracanie wierzchniej warstwy gleby ma jednak wiele zalet, takich jak dobre napowietrzenie gleby, zwiększenie strefy swobodnego wzrostu korzeni czy równomierne wzbogacenie gleby w próchnicę i składniki pokarmowe. Z drugiej strony, orka może mieć destrukcyjny wpływ na strukturę gleby, sprzyja erozji i nadmiernej mineralizacji substancji organicznej oraz ogranicza bioróżnorodność mikroorganizmów glebowych (Jaskulski i Jaskulska 2016). W ostatnich latach w rolnictwie promuje się uproszczone systemy uprawy roli. Polegają one na wyeliminowaniu pługa i zastąpieniu go innymi narzędziami umożliwiającymi rozluźnienie wierzchniej warstwy gleby bez jej odwracania (Sekutowski i Domaradzki 2009). Bezplużna uprawa roli stymuluje różnorodność biologiczną gleby, ogranicza erozję wodną i wietrzną oraz może przyczynić się do poprawy

jej żyzności i retencji wodnej, jednak korzystnych efektów należy oczekiwać dopiero po kilku latach stosowania uproszczeń (Holland 2004; Weber 2004; Berner i in. 2008). Celem współczesnych systemów uprawy roli jest nie tylko optymalizacja produktywności gleby, ale również dbałość o zachowanie walorów środowiskowych krajobrazu rolniczego, z uwzględnieniem potrzeby ograniczania kosztów (Jaskulski i in. 2012; Małecka i in. 2012).

Zastąpienie tradycyjnej uprawy roli systemem bezorkowym budzi coraz większe zainteresowanie rolników, dlatego ocena reakcji pszenicy orkiszowej na wprowadzone uproszczenia w uprawie roli jest potrzebna z punktu widzenia nauki i praktyki rolniczej. W hipotezie badawczej założono, że wysokość uzyskiwanych plonów ziarna orkiszu związana jest z genotypem, ale także z warunkami uprawy modyfikowanymi przez takie czynniki, jak system uprawy roli i chemiczna ochrona roślin. Ważne wydaje się również zbadanie w jaki sposób wymienione czynniki wpływają na parametry jakościowe ziarna.

Wyniki badań dotyczące możliwości wyeliminowania orki w uprawie pszenicy orkiszowej przedstawiono w **publikacji 3**. Ponadto oceniono wpływ chemizacji zasiewów na plon ziarna i elementy struktury plonu. Badania realizowano w ramach zadania badawczego do tematu „Wpływ zróżnicowanych dawek herbicydów na zachwaszczenie zbóż ozimych” (RKE-BW/9; GD Bezek). Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2009–2011 w Stacji Doświadczalnej w Bezku k. Chełma na rędzinie mieszanej wytworzonej z opoki kredowej. Ozime odmiany pszenicy orkiszowej (Badengold, Ceralio, Frankenkorn, Oberkulmer Rotkorn, Ostro, Schwabenkorn, Schwabenspelz i Spelt I.N.Z.) uprawiano w krótkotrwałej monokulturze. Stosowano dwa systemy uprawy roli: tradycyjny (płużny) i uproszczony. W obiektach z płużnym systemem uprawy roli po zbiorze przedplonu zastosowano podorywkę i bronowanie. Orkę siewną z bronowaniem wykonano ok. 3 tygodnie przed siewem orkiszu. Zabieg bronowania wykonano również bezpośrednio przed siewem orkiszu. W uprawie uproszczonej po zbiorze przedplonu wykonano kultywatorowanie oraz bronowanie, następnie zabieg kultywatorowania z bronowaniem powtarzano przed siewem. Dodatkowym czynnikiem badawczym była chemizacja zasiewów uwzględniająca zastosowanie herbicydów Mustang 306 SE i Attribut 70 WG, fungicydu Alert 375 SC i regulatora wzrostu Stabilan 750 SL. Efekt działania zastosowanych zabiegów ochronnych porównano z obiektem kontrolnym, na którym nie stosowano chemicznych środków ochrony roślin.

Zasadniczym osiągnięciem pracy było wykazanie, że o plonowaniu pszenicy orkiszowej decydują przede wszystkim cechy genetyczne danej odmiany. Istnieje jednak możliwość kształtowania wielkości plonu poprzez czynniki agrotechniczne. W grupie ośmiu badanych genotypów orkiszu najwyższe plonowały odmiany Badengold i Ceralio. Odmiany te tworzyły długie i dorodne kłosa, a przeciętne plony ziarna wyniosły odpowiednio 4,74 i 4,69 t·ha<sup>-1</sup>. Najslabiej pod tym względem oceniono odmiany Spelt I.N.Z. i Schwabenkorn plonujące na poziomie 3,14 i 3,21 t·ha<sup>-1</sup>.

W dostępnej literaturze mało rozpoznane jest zagadnienie wpływu systemów uprawy roli na plonowanie pszenicy orkiszowej. Na świecie, badania z tego zakresu prowadzono jedynie w Szwajcarii, jednak dotyczyły one uprawy orkiszu w ekologicznym systemie gospodarowania (Berner i in. 2009). W warunkach Polski, wstępne wyniki badań nad plonowaniem pszenicy orkiszowej w uproszczonym systemie uprawy roli ukazały się jedynie w formie doniesienia konferencyjnego (Stankowski i in. 2011). Wskazują one na

brak istotnych różnic w plonie ziarna orkiszu w zależności od systemu uprawy roli. W przeprowadzonym przeze mnie doświadczeniu wykazano, iż zaniechanie uprawy płużnej przyczyniło się do istotnego zwiększenia długości kłosa i masy tysiąca ziaren orkiszu (odpowiednio o 3,8% i 3,7%). Zmniejszyła się jednak obsada kłosów (śr. o 8,7%) oraz plony ziarna (śr. o 15,3%). Zmniejszenie poziomu plonowania pod wpływem zastosowanych uproszczeń w uprawie roli zanotowano u wszystkich ocenianych odmian orkiszu, jednak uzyskanych różnic nie potwierdzono statystycznie. Warto jednak podkreślić, że na uprawę bezpłużną najsilniej zareagowały odmiany Oberkulmer Rotkorn, Spelt I.N.Z i Schwabenkorn, o czym świadczy zmniejszenie plonów ziarna w stosunku do uprawy tradycyjnej odpowiednio o 28,6%, 24,3% i 22,7%. Z kolei najmniejsze różnice w plonie stwierdzono w odniesieniu do odmiany Ceralio (4,8%).

Niezależnie od odmiany i systemu uprawy roli, zastosowane zabiegi ochronne korzystnie wpłynęły na plonowanie pszenicy orkiszowej. W porównaniu z obiektem kontrolnym, istotne zwiększenie plonu ziarna orkiszu wyniosło średnio 10%, a obsada kłosów wzrosła o 12%. Przeprowadzone badania wykazały natomiast brak istotnych zależności pomiędzy chemizacją zasiewów a długością kłosa, liczbą i masą ziaren z kłosa oraz masą tysiąca ziaren. Jednocześnie nie udowodniono istotnej interakcji pomiędzy odmianami orkiszu i chemiczną ochroną roślin, chociaż obserwowano różnice w plonowaniu poszczególnych odmian pod wpływem zastosowanych zabiegów ochronnych. Największy przyrost plonów ziarna w porównaniu z obiektem kontrolnym wykazano w odniesieniu do odmian Schwabenkorn, Spelt I.N.Z. i Frankenkorn (odpowiednio o 15,8%, 15,5% i 14,4%). Nieco słabiej na chemizację zasiewów zareagowały odmiany Badengold i Ostro (przyrost plonów o 11,8% i 10,9%), natomiast plony ziarna odmiany Schwabenspelz w wariancie kontrolnym oraz w obiekcie chronionym chemicznie były na zbliżonym poziomie. Zdaniem Roli i Kieloch (2005) zróżnicowane reakcje odmian pszenicy ozimej na herbicydy związane są przede wszystkim z właściwościami genetycznymi poszczególnych odmian, ale mogą być w dużym stopniu modyfikowane przez czynniki siedliskowe oraz poziom agrotechniki.

### **Ocena zachwaszczenia ładu ozimych odmian pszenicy orkiszowej w warunkach bezpłużnej uprawy roli i chemicznej ochrony roślin [publikacje 4–6]**

Prowadzone dotychczas badania wskazują, że uproszczone technologie uprawy roli mogą powodować zmiany zachwaszczenia ładu. Wyeliminowanie pług w porównaniu z uprawą tradycyjną stwarza bowiem odmienne warunki wzrostu i rozwoju roślin, prowadząc nie tylko do ilościowych, ale też jakościowych zmian w agrofitycenozach (Tuesca i in. 2001, Sekutowski i Domaradzki 2009). Badanie charakteru tych zmian jest celowe ze względów poznawczych, jak i praktyczno-gospodarczych, ponieważ informacje na temat związków poszczególnych taksonów z określonymi systemami uprawy roli mogą mieć kluczowe znaczenie w opracowywaniu programów regulacji zachwaszczenia (Jędruszczak i Antoszek 2004). Efekty zróżnicowanej uprawy roli w kształtowaniu fitocenozy ładu w dużym stopniu zależą od czynników agrotechnicznych, w szczególności od ochrony herbicydowej (Holland 2004, Stupnicka-Rodzyńkiewicz i in. 2004). Duże znaczenie ma również właściwy dobór uprawianych odmian pod kątem ich zdolności w konkuroowaniu z chwastami (Weber i in. 2014).

Ocena zachwaszczenia różnych odmian orkiszu w warunkach bezpłużnej uprawy roli jest zagadnieniem nowym i bardzo aktualnym. W literaturze światowej niewiele jest informacji na ten temat (Sans i in. 2011). Potwierdza to zatem potrzebę prowadzenia badań w tym zakresie. Celem **publikacji 4 i 5** było określenie wpływu systemu uprawy roli i chemizacji zasiewów na skład gatunkowy, liczbę i powietrznie suchą masę chwastów w łanie ośmiu ozimych odmian pszenicy orkiszowej. W hipotezie badawczej założono, że poszczególne odmiany orkiszu różnią się pod względem zdolności konkurowania z roślinnością segetalną, a zastosowane zabiegi chemiczne w warunkach uprawy bezorkowej mogą być skutecznym sposobem obniżającym presję chwastów.

Ocenę zachwaszczenia łanu przeprowadzono metodą ilościowo wagową w fazie dojrzałości woskowej orkiszu (BBCH 85-87). W przeprowadzonym eksperymencie polowym wykazano, że skład gatunkowy chwastów oraz liczebność poszczególnych taksonów w łanie zależały od odmiany orkiszu. Największą różnorodność gatunkową flory segetalnej obserwowano w łanie odmiany Oberkulmer Rotkorn (30 gatunków), natomiast najmniej gatunków towarzyszyło odmianom Badengold i Spelt I.N.Z. (po 21). W strukturze ilościowej chwastów zdecydowanie dominowały *Galium aparine* i *Apera spica-venti*. Ich łączny udział w zachwaszczeniu, w zależności od odmiany orkiszu, wyniósł średnio od 45,8% (odmiana Oberkulmer Rotkorn) do 63,2% (odmiana Schwabenkorn). W zasiewach orkiszu dość licznie pojawiały się ponadto *Stellaria media*, *Papaver rhoeas* i *Setaria pumila*. Większość taksonów występowała jednak sporadycznie, nieraz jako pojedyncze okazy, a ich wpływ na zachwaszczenie łanu był niewielki. Spośród ośmiu odmian orkiszu najlepiej konkurowała z chwastami odmiana Frankenkorn, odznaczająca się najmniejszą liczbą i masą chwastów w łanie. Stosunkowo mało zachwaszczone były również odmiany Ostro i Schwabenkorn. Z kolei największą masę chwastów stwierdzono w obiektach, w których wysiewano odmiany Schwabenspelz, Spelt I.N.Z. i Badengold.

Wyniki badań wskazują, że zróżnicowana konkurencyjność odmian pszenicy wobec chwastów w dużym stopniu związana jest z powierzchnią liści, zwłaszcza w początkowych fazach ich rozwoju (Drews i in. 2009; Feledyn-Szewczyk 2012). Cecha ta oceniana jest przy użyciu wskaźnika LAI (Leaf Area Index), określanego jako stosunek powierzchni organów asymilacyjnych łanu do powierzchni gruntu zajętej przez rośliny. Indeks LAI uznaje się za kluczowy wskaźnik opisujący architekturę łanu, który dobrze reprezentuje zmiany powierzchni asymilacyjnej w trakcie rozwoju roślin. Wyższe jego wartości świadczą o większej produkcji biomasy (Oleksy i in. 2009), jednak przy zbyt wysokich wartościach LAI pogarszają się warunki świetlne w łanie oraz wzrasta podatność roślin na wyleganie (Czerednik i Nalborczyk 2000). Przeprowadzone przeze mnie badania [**publikacja 6**] potwierdziły, że odmiana Schwabenkorn, którą uznano za konkurencyjną wobec chwastów, charakteryzowała się wysokim wskaźnikiem LAI, przy czym jego wartość była najwyższa w porównaniu z pozostałymi odmianami we wszystkich terminach oceny (BBCH 32-35, 55-59 i 77-88). Odmiana ta odznaczała się jednocześnie stosunkowo niską wartością wskaźnika MTA (Mean Tip Angle – średni kąt nachylenia), świadcząca o bardziej poziomym (horyzontalnym) ustawieniu liści na łodydze. Zdaniem Feledyn-Szewczyk (2012) cecha ta sprzyja lepszemu zacienieniu gleby, a tym samym może wpływać ograniczająco na rozwój chwastów.

Wielu autorów wskazuje na różne kierunki zmian zachwaszczenia pod wpływem uprawy bezpłuznej. Niektórzy informują o dość znacznym wzroście liczby chwastów w wyniku ograniczania zabiegów uprawowych (Orzech i in. 2011; Kraska i in. 2014), inni zaś donoszą o redukcji zachwaszczenia w porównaniu z uprawą tradycyjną (Małecka i in. 2006). Jak dotąd, w literaturze krajowej dotyczącej zachwaszczenia roślin uprawnych w warunkach uprawy bezpłuznej brak jest doniesień dotyczących pszenicy orkiszowej, dlatego przeprowadzone przeze mnie badania w tym zakresie należy uznać za pionierskie. Wykazano w nich **[publikacje 4 i 5]**, że zastąpienie orki kultywatorowaniem, w porównaniu z systemem tradycyjnym na ogół sprzyjało wzrostowi zachwaszczenia, o czym w największym stopniu decydował zwiększony udział *Apera spica-venti*. W badaniach prowadzonych w Hiszpanii, Sans i in. (2011) pod wpływem uprawy uproszczonej stwierdzili trzykrotny wzrost liczby chwastów jednoliściennych w łanie orkiszu, z kolei Armengot i in. (2014) nie wykazali istotnych różnic w zachwaszczeniu orkiszu w zależności od systemu uprawy roli. Należy jednak zaznaczyć, że przytoczone badania były prowadzone w ekologicznym systemie produkcji.

W porównaniu z uprawą tradycyjną, zaniechanie uprawy płuznej w obiektach bez chemicznej ochrony roślin spowodowało wzrost powietrznie suchej masy chwastów od 4% w łanie odmiany Ceralio do 86% w obiektach z odmianą Ostro. Nieco inaczej kształtowały się zależności w warunkach stosowania herbicydów (Mustang 306 SE i Attribut 70 WG). Wyeliminowanie pługa w przypadku odmian Spelt I.N.Z., Schwabenspelz i Frankenkorn zwiększyło masę chwastów w stosunku do uprawy tradycyjnej od 18% do 35%, w łanach odmian Ceralio, Ostro i Schwabenkorn obserwowano zmniejszenie zachwaszczenia (o 25–38%), z kolei w łanie odmiany Badengold powietrznie sucha masa chwastów w obiektach z uprawą płuzną i bezorkową była podobna.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają fakt znacznego wzrostu zachwaszczenia łanu pozbawionego ochrony przed chwastami. Efektywność zastosowanych środków chwastobójczych zależała jednak od odmiany orkiszu. Najlepszą skuteczność herbicydów Mustang 306 SE i Attribut 70 WG uzyskano w łanach odmian Spelt I.N.Z., Ceralio i Schwabenkorn. W warunkach uprawy płuznej powietrznie sucha masa chwastów zasiedlających łany wymienionych odmian zmniejszyła się w stosunku do poletek bez chemicznej ochrony średnio o 77–82%, a w obiektach z uprawą uproszczoną o 83–85%. Z kolei najmniejszą redukcję zachwaszczenia pod wpływem zastosowanych zabiegów ochronnych odnotowano w łanie odmiany Schwabenspelz (odpowiednio 47% i 46%).

### **Ocena wartości technologicznej ziarna orkiszu oraz jego właściwości odżywczych i prozdrowotnych w zróżnicowanych warunkach agrotechnicznych [publikacje 3, 7, 8]**

Przeprowadzone badania wykazały, że o wartości technologicznej i odżywczej ziarna orkiszu w największym stopniu decydował czynnik genetyczny. Podstawę oceny towaroznawczej zbóż stanowią cechy fizyczne ziarna, w tym jego masa i średnica. Cechy te określono na podstawie analizy za pomocą systemu SKCS (Single-Kernel Characterization System – system charakterystyki pojedynczych ziarniaków) **[publikacja 7]**. Spośród sześciu ocenianych odmian najmniejszą masę i średnicę (38,0 g i 2,47 mm) uzyskano dla ziarna

odmiany Schwabenkorn, podczas gdy najwyższe wartości tych parametrów stwierdzono w odniesieniu do ziarna odmiany Ostro (średnio 52,2 g i 2,93 mm). Ważnym wyróżnikiem jakościowym decydującym o wartości przemiałowej ziarna jest jego twardość. Odmiany o miękkim bielmie mogą być dobrym surowcem do produkcji ciastek i niektórych rodzajów makaronów, pszenice o twardości pośredniej wykorzystuje się do wyrobu mąki na cele piekarskie, natomiast ziarno o największej twardości służy do wyrobu semoliny i kuskusu (Dziki i in. 2011). Indeks twardości ziarna pszenicy orkiszowej wahał się od 13,3 do 28,4, co pozwoliło zaklasyfikować badane odmiany jako ekstra miękkie (Schwabenkorn i Oberkulmer Rotkorn) lub miękkie (Ceralio, Ostro, Schwabenspelz, Spelt I.N.Z.). W ziarniakach o miękkiej strukturze bielma ziarna skrobi są luźno osadzone w matrycy białkowej, dlatego podczas procesu przemiału potrzeba znacznie mniejszych nakładów energii do zniszczenia struktury bielma. W efekcie przemiału takiego ziarna otrzymuje się mąkę o drobniejszej granulacji (Dziki i in. 2011).

Skład granulometryczny rozdrobnionego ziarna ocenianych odmian orkiszu był podobny, a średni wymiar cząstek śruty uzyskanej z rozdrobnienia ziarna wahał się od 369,0  $\mu\text{m}$  (odmiana Spelt I.N.Z.) do 377,8  $\mu\text{m}$  (odmiana Schwabenkorn). Ocena wskaźników energochłonności rozdrabniania ziarna przeprowadzonego przy użyciu rozdrabniacza bijakowego wykazała, że najmniejszą energochłonność jednostkową rozdrabniania ( $E_r$ ) i jednocześnie najniższe wartości wskaźnika podatności ziarna na rozdrabnianie ( $E_f$ ) oraz wskaźnika rozdrabniania Sokołowskiego ( $K_s$ ) uzyskano dla odmiany Schwabenspelz. Z kolei najwyższe wartości tych wskaźników wykazywała odmiana Ceralio.

Wartość wypiekową, która charakteryzuje przydatność mąki do produkcji pieczywa o odpowiednich cechach jakościowych, można w sposób pośredni określać za pomocą takich wyróżników technologicznych, jak zawartość białka ogólnego i glutenu. Ważnym parametrem określającym ilość i jakość białek glutenowych decydujących o strukturze pieczywa jest również wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego. Ocena ziarna przeprowadzona za pomocą analizatora Omeg Analyzer G pracującego w technice NIR wykazała, że porównywane odmiany orkiszu różniły się pod względem zawartości białka w ziarnie, a jego ilość kształtowała się na poziomie od 14,1% do 17,4% **[publikacja 3]**. Podobne zawartości tego składnika w ziarnie orkiszu wykazali w swoich badaniach Jablonskytė-Raščė i in. (2013), natomiast Wojtkowiak i Stępień (2015) określili zawartość białka w granicach od 12,4% do 13,5%. Największą zawartością białka i glutenu oraz najwyższym wskaźnikiem sedymentacyjnym odznaczały się odmiany Ostro, Oberkulmer Rotkorn i Ceralio. Z kolei najniższe wartości tych cech wykazywały odmiany Badengold, Spelt I.N.Z. i Frankenkorn. Jednocześnie nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości skrobi w ziarnie.

Na jakość białka istotny wpływ ma ilość gliadyn i glutenin. Odgrywają one kluczową rolę w kształtowaniu cech technologicznych mąki, decydując o jej wartości wypiekowej. Ocena laboratoryjna, w której uwzględniono sześć odmian orkiszu wykazała, że w odmianach Spelt I.N.Z., Schwabenkorn, Schwabenspelz, Ceralio i Oberkulmer Rotkorn frakcja gliadyn i glutenin stanowiła około 72% białek ogółem, podczas gdy w odmianie Ostro około 67%. Z kolei frakcja albumin i globulin we wszystkich badanych odmianach orkiszu stanowiła około 21–22% białek ogółem **[publikacja 7]**.

O wartości odżywczej białka w dużym stopniu decyduje skład aminokwasowy. Szczególne znaczenie mają aminokwasy egzogenne, których organizm nie jest w stanie

syntetyzować samodzielnie i muszą być dostarczone z pożywieniem. Wiodącą pod tym względem była odmiana Schwabenkorn, która spośród ośmiu ocenianych genotypów orkiszu odznaczała się największą zawartością niemal wszystkich aminokwasów egzogennych (z wyjątkiem argininy i treoniny), a także aminokwasów endogennych, takich jak alanina, cysteina i tyrozyna. Z kolei najmniej korzystnie wypadła odmiana Spelt I.N.Z., charakteryzująca się wyraźnie najniższym udziałem aminokwasów, zarówno egzogennych, jak i endogennych (z wyjątkiem seryny) **[publikacja 3]**.

Ważną cechą z punktu widzenia konsumenta i wartości odżywczej surowca jest zawartość składników mineralnych. Wyniki badań wskazujące na możliwość uzupełnienia braków makro- i mikroelementów w diecie poprzez spożycie ziarna pszenicy orkiszowej zaprezentowano w **publikacji 8**. Wynika z nich, że czynnik genetyczny miał istotny wpływ na różnicowanie się ilości niemal wszystkich ocenianych pierwiastków w ziarnie (z wyjątkiem Fe). Spośród badanych genotypów orkiszu najwięcej N, P i Mn stwierdzono w ziarnie odmiany Ostro, zaś najwięcej K i Mg zawierało ziarno odmiany Frankenkorn. Największą zawartość Zn wykazano w ziarnie odmiany Oberkulmer Rotkorn, a Cu w ziarnie odmiany Spelt I.N.Z. Z kolei ziarno odmiany Badengold charakteryzowało się najniższą w porównaniu z pozostałymi odmianami zawartością N, P, Mg, Zn, Cu, Mn i Fe. Warto dodać, że zawartość ocenianych składników mineralnych w ziarnie orkiszu była wyraźnie wyższa niż uzyskana dla jarej i ozimej formy pszenicy zwyczajnej uprawianej w tym samych warunkach glebowych (Kraska 2011; Kraska i Pałys 2009).

Przeprowadzone badania potwierdziły, że ziarno pszenicy orkiszowej jest bogatym źródłem związków fenolowych **[publikacja 7]**. Polifenole stanowią bardzo różnorodną grupę metabolitów, których szczególnie istotną właściwością jest aktywność przeciwutleniająca obejmująca również zdolność do modulowania aktywności enzymów prooksydacyjnych. W ziarnie zbóż najwięcej polifenoli jest zlokalizowanych w zewnętrznej części warstwy aleuronowej i okrywie oraz w zarodku ziarna (Zhou i Yu 2004). W badaniach oznaczono zawartość fenoli ogółem i flawonoidów w próbach uzyskanych w wyniku ekstrakcji chemicznej z zastosowaniem 80% etanolu oraz podczas trawienia w warunkach *in vitro*. Całkowita zawartość związków fenolowych w uzyskanych ekstraktach chemicznych kształtowała się w granicach od 13,31 mg·g<sup>-1</sup> s.m. w przypadku odmiany Ostro do 15,45 mg·g<sup>-1</sup> s.m. dla odmiany Oberkulmer Rotkorn. Znacznie większe różnice pomiędzy odmianami uzyskano w przypadku flawonoidów. Najwięcej flawonoidów zawierało ziarno odmiany Schwabenkorn (2,12 mg·g<sup>-1</sup> s.m.), nieco mniej Ceralio (1,82 mg·g<sup>-1</sup> s.m.) i Schwabenspelz (1,52 mg·g<sup>-1</sup> s.m.), natomiast najuboższa w te związki była odmiana Spelt I.N.Z. (0,61 mg·g<sup>-1</sup> s.m.).

Wysoka zawartość polifenoli w żywności nie zawsze przekłada się na wysoką biodostępność tych związków oraz wzrost potencjalnej bioaktywności, ponieważ podczas trawienia mogą one ulegać przemianom w wyniku działania enzymów i warunków fizykochemicznych (pH) (Gawlik-Dziki i in. 2009). W przeprowadzonych badaniach wykazano, że symulowane trawienie *in vitro* w znaczącym stopniu uwalniało związki fenolowe i flawonoidy z wszystkich badanych próbek. Największą zawartość polifenoli we frakcji biodostępnej wykazywała odmiana Schwabenkorn (34,88 mg·g<sup>-1</sup> s.m.), najmniejszą zaś odmiana Oberkulmer Rotkorn (21,40 mg·g<sup>-1</sup> s.m.). Analiza zawartości flawonoidów uwalnianych podczas trawienia *in vitro* pozwoliła uszeregować odmiany w następującej



kolejności: Schwabenkorn < Ceralio < Oberkulmer Rotkorn < Ostro < Spelt I.N.Z. < Schwabenspelz. W badaniach wykazano również, że ziarno orkiszu jest źródłem inhibitorów oksydazy ksantynowej. Oksydaza ksantyny jest enzymem, który bierze udział w powstawaniu kwasu moczowego w organizmie, a jej zwiększona aktywność leży u podłoża takich chorób jak hiperurykemia czy dna moczanowa (Kostić i in. 2015). Obecność w ziarnie orkiszu inhibitorów zdolnych do hamowania aktywności oksydazy ksantynowej oraz relatywnie wysoka zawartość związków o właściwościach przeciwutleniających świadczą o wysokich walorach prozdrowotnych ziarna orkiszu oraz uzasadniają potrzebę większego rozpowszechnienia tego zboża w codziennej diecie.

W ziarnie ozimych odmian pszenicy orkiszowej zawartość  $\beta$ -karotenu wyniosła od 0,05 do 0,10  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , przy czym jego ilość była wyższa niż podają Kandlakunta i in. (2008) dla pszenicy zwyczajnej [publikacja 3]. Najwięcej luteiny zawierało ziarno odmian Oberkulmer Rotkorn i Schwabenkorn (1,4  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ), natomiast najuboższe w ten składnik były odmiany Badengold i Schwabenspelz (odpowiednio 0,71 i 0,75  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). W badaniach Abdel-Aal i Rabalskiej (2008) zawartość luteiny w ziarnie trzech ozimych odmian orkiszu kształtowała się na poziomie 1,3–2,1  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , podobne ilości stwierdzili Ziegler i in. (2015) (0,9 do 2,0  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Zawartość zeaxantyny wahała się od 0,04  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (odmiana Badengold) do 0,10  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (odmiana Ceralio). Zdecydowanie wyższe zawartości tego składnika w ziarnie (0,40  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) wykazali Brandolini i in (2015).

W dostępnej literaturze bardzo niewiele jest informacji na temat jakości ziarna orkiszu w różnych systemach uprawy roli. W przeprowadzonych badaniach [publikacja 3] wykazałam, że ziarno orkiszu pochodzące z obiektów uprawy płużnej odznaczało się istotnie mniejszą zawartością białka i glutenu oraz niższym wskaźnikiem sedymentacyjnym, niż uzyskane z poletek, gdzie stosowano uproszczony wariant uprawy roli. Jednocześnie w obiektach z uprawą tradycyjną, w porównaniu z uprawą bezpłużną, stwierdzono istotnie więcej skrobi w ziarnie. Oceniając skład aminokwasowy białka orkiszowego w zależności od systemu uprawy roli, istotne różnice stwierdzono jedynie w zawartości seryny. W odniesieniu do pozostałych aminokwasów nie wykazano ukierunkowanego oddziaływania tego czynnika. Nieco inne wyniki otrzymali Biel i in. (2016a) oraz Hury i in. (2016), którzy stwierdzili, że ziarno orkiszu pochodzące z uprawy płużnej i bezorkowej charakteryzowało się podobną zawartością składników odżywczych, a istotne różnice odnotowano tylko w odniesieniu do glutenu.

W przeprowadzonym przeze mnie doświadczeniu stwierdzono, że chemiczna ochrona roślin uwzględniająca zastosowanie herbicydów Mustang 306 SE i Attribut 70 WG, fungicydu Alert 375 SC i regulatora wzrostu Stabilan 750 SL, miała zróżnicowany wpływ na kształtowanie się składu chemicznego i wyróżników jakościowych ziarna pszenicy orkiszowej. Dotychczas prowadzone badania wskazują, że chemizacja zasiewów, poprzez eliminację zachwaszczenia i korzystny wpływ na zdrowotność roślin, na ogół przyczynia się do poprawy parametrów technologicznych ziarna zbóż (Klimont i Osińska 2004). U odmian o niskiej tolerancji na substancję aktywną stosowanego środka obserwowano jednak zmiany przebiegu wielu procesów biochemicznych, prowadzące do zaburzeń w gromadzeniu składników pokarmowych i pogorszenia cech jakościowych ziarna (Sułek i Podolska 2006, Urban 2003). W badaniach własnych, niezależnie od odmiany i systemu uprawy roli, aplikowane środki chemiczne istotnie zwiększyły wskaźnik sedymentacyjny i zawartość

białka w ziarnie orkiszu, nie miały natomiast wpływu na ilość glutenu i skrobi. Analizując skład aminokwasowy w ziarnie, pod wpływem chemizacji zasiewów stwierdzono istotne zmniejszenie zawartości izoleucyny, leucyny, lizyny, metioniny, alaniny, cysteiny, seryny i tyrozyny. W porównaniu z obiektem kontrolnym wzrosła natomiast zawartość glicyny i proliny. Biel i in. (2016b) oceniając dwa rody ozimej formy pszenicy orkiszowej (STH-8 i STH-11), pod wpływem herbicydów nie wykazali wyraźnych różnic w zawartości aminokwasów w ziarnie.

W **publikacji 8** oceniono wpływ chemizacji zasiewów na zawartość makro- i mikroskładników w ziarnie. Wykazano, że zastosowane zabiegi ochronne, spowodowały istotny wzrost zawartości Cu w ziarnie orkiszu, zmniejszył się jednak poziom Mg. W odniesieniu do pozostałych pierwiastków nie stwierdzono istotnych różnic. Zdaniem niektórych autorów (Mäder i in. 2007; Zorb i in. 2009) chemizacja zasiewów nie wpływa ujemnie na jakość uzyskiwanych plonów, a ewentualne pogorszenie wyróżników jakościowych ziarna może być następstwem negatywnej reakcji roślin na substancję aktywną herbicydu wzmocnionej niekorzystnym przebiegiem pogody w sezonie wegetacyjnym (Kieloch i Sumińska 2012).

### Podsumowanie

Wzrastające zapotrzebowanie na pszenicę orkiszową związane z jej wysokimi walorami odżywczymi i jednocześnie niski potencjał plonowania w warunkach ekologicznej produkcji wyraźnie wskazują na potrzebę rozpowszechnienia uprawy orkiszu w gospodarstwach konwencjonalnych. W tym celu niezbędne jest poznanie reakcji różnych genotypów orkiszu na intensyfikację technologii uprawy. Przedstawione publikacje są jedynymi w obiegu światowym oryginalnymi pracami naukowymi na temat plonowania i zachwaszczenia pszenicy orkiszowej w bezpłużnym systemie uprawy roli. Jednocześnie są jednymi z nielicznych dotyczących wpływu systemu uprawy roli na cechy jakościowe ziarna. Przeprowadzone badania wniosły szereg interesujących informacji, które pozwoliły na wyciągnięcie kilku istotnych wniosków, ważnych dla nauki, jak i praktyki rolniczej. W mojej opinii za najważniejsze należy uznać następujące stwierdzenia:

1. Zasadnicze znaczenie dla wielkości i jakości uzyskiwanego plonu ma dobór odpowiednich odmian. Spośród ocenianych genotypów orkiszu najwyżej plonowały odmiany Badengold, Ceralio i Frankenkorn, z kolei za najmniej produktywne można uznać odmiany Spelt I.N.Z. i Schwabenkorn.
2. Analizując ilościowe wskaźniki zachwaszczenia pszenicy orkiszowej stwierdzono, że najbardziej konkurencyjne wobec chwastów były odmiany Frankenkorn, Ostro i Schwabenkorn, natomiast najsłabiej pod tym względem oceniono odmianę Schwabenspelz.
3. Badania potwierdziły, że pszenica orkiszowa jest cennym źródłem wielu składników odżywczych oraz związków wykazujących biologiczną aktywność. Obserwowano jednak wyraźne różnice w jakości ziarna pomiędzy testowanymi odmianami.
4. Największą zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz najwyższy wskaźnik sedymentacyjny stwierdzono w przypadku odmiany Ostro. Odznaczała się ona również wysoką zawartością makro- i mikroelementów oraz dużym udziałem aminokwasów w

białku, zwłaszcza argininy, asparaginy, glutaminy i proliny. Odmiana Oberkulmer Rotkorn wyróżniała się wyraźnie większą zawartością  $\beta$ -karotenu, luteiny i związków fenolowych, z kolei ziarno odmiany Schwabenkorn było najbogatsze w aminokwasy i flawonoidy. Oceniając podatność ziarna na rozdrabnianie najniższe wartości wskaźników energochłonności rozdrabniania uzyskano dla odmiany Schwabenspelz.

5. Zwiększony poziom nawożenia mineralnego korzystnie wpłynął na plonowanie pszenicy orkiszowej, jednak efekty produkcyjne były uzależnione od odmiany. Natomiast skład gatunkowy chwastów towarzyszących uprawie orkiszu kształtował się przeważnie niezależnie od zastosowanych dawek NPK, nie obserwowano również zwiększenia masy chwastów w łanie pod wpływem intensyfikacji poziomu nawożenia.
6. Chemiczne zabiegi ochrony roślin są ważnym elementem zwiększającym produktywność odmian pszenicy orkiszowej (z wyjątkiem odmiany Schwabenspelz), nie pogarszając znacząco cech jakościowych ziarna. W wyniku ograniczenia konkurencji ze strony chwastów zwiększyła się obsada kłosów orkisz, a przyrost plonów ziarna w porównaniu z wariantem bez chemicznej ochrony wyniósł od 7% do 16%.
7. Wylimowanie pługa na ogół sprzyjało wzrostowi zachwaszczenia pszenicy orkiszowej, o czym w największym stopniu decydowało nasilenie występowania *Apera spica venti*.
8. Zastosowane zabiegi herbicydowe (florasulam i 2,4 D EHE oraz propoksykarbazon sodu) w znacznym stopniu niwelowały różnice w poziomie zachwaszczenia pomiędzy obiektami z płużną i bezpłużną uprawą roli, a w przypadku odmian Ceralio, Ostro i Schwabenkorn w obiektach z uprawą uproszczoną ograniczyły masę chwastów w odniesieniu do poletek uprawianych tradycyjnie.
9. Bezpłużna uprawa roli prowadzi do obniżenia plonowania pszenicy orkiszowej wysiewanej na rędzinie. W zależności od odmiany orkisz, zmniejszenie plonów ziarna w porównaniu z uprawą tradycyjną wyniosło od 5% (Ceralio) do 29% (Oberkulmer Rotkorn). Wylimowanie pługa i zastąpienie go kultywatorowaniem najczęściej nie pogarsza jakości ziarna orkisz, a w niektórych przypadkach (zawartość białka i glutenu, wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego) może powodować jej poprawę.
10. Wydaje się, że uprawa bezorkowa, ze względu na udokumentowany w literaturze korzystny wpływ na środowisko glebowe, może być zalecana jako alternatywny system uprawy roli pod pszenicę orkiszową, mimo że uzyskiwane plony ziarna są nieco niższe niż w warunkach uprawy tradycyjnej. Kluczowe znaczenie ma jednak właściwy dobór odmian. W przeprowadzonych badaniach udowodniłam, że najbardziej przydatna do uprawy bezorkowej może być odmiana Ceralio, plonująca w obydwu systemach uprawy roli na zbliżonym poziomie.

Swoje dotychczasowe badania z zakresu agrotechniki pszenicy orkiszowej kontynuuję i poszerzam o nowe aspekty. Poza publikacjami stanowiącymi osiągnięcie naukowe w moim dorobku naukowym znajdują się również prace z zakresu plonowania, zachwaszczenia i jakości ziarna jarych rodów hodowlanych pszenicy orkiszowej, uprawianych w warunkach stosowania zróżnicowanej dawki azotu i normy siewu [II A 11, II D 20, zał. 4]. Aktualnie, w Gospodarstwie Doświadczalnym w Bezku pod moim kierunkiem realizowane są badania polowe nad plonowaniem i zachwaszczeniem pierwszej polskiej odmiany orkiszu jarego

Wirtas, z uwzględnieniem takich czynników agrotechnicznych, jak ilość wysiewu kłosek, dolistne dokarmianie roślin i poziom ochrony chemicznej. Ponadto zajmuję się oceną składu chemicznego i wartości odżywczej tzw. „zielonego ziarna orkiszu”. Wstępne badania wykazały, że ziarno zebrane w fazie dojrzałości mleczno-woskowej, które zostało wysuszone bezpośrednio po zbiorze, a następnie odplewione, charakteryzuje się wyższą zawartością makro- i mikroelementów oraz korzystniejszym składem aminokwasowym niż zebrane w dojrzałości pełnej. Jednocześnie wzbogacenie pieczywa dodatkiem zielonego ziarna istotnie zwiększa zawartość związków fenolowych w chlebie, a także aktywność przeciwrodnikową i zdolność do hamowania peroksydacji lipidów (projekt nr HOR.re.-027.7.2017).

Piśmiennicwo:

- Abdel-Aal E.S.M., Rabalski I. 2008. Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. *The Open Agriculture Journal* 2: 7–14
- Abdel-Aal E.S.M., Wood P. 2004. Specialty grains for food and feed. American Association of Cereal Chemists, St Paul, USA, ISBN 1891127411, s. 413
- Armengot L., Berner A., Mäder P., Sans F.X. 2014. Weed flora in a long-term reduced tillage trial. Proceedings of the 4<sup>th</sup> ISOFAR Scientific Conference “Building Organic Bridges”, Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey, 969–971
- Armentia A., Martin S., Diaz-Perales A., Palacin A., Martin-Armentia M. 2012. A possible hypoallergenic cereal in wheat food allergy and baker’s asthma. *Am. J. Plant Sci.*, 3, 1779–1781
- Baumgärtel-Blaschke U. 1992. Dinkel für die neue deutsche Küche. *DLG-Mitteilungen* 106 (12): 44–47
- Berner A., Hildermann I., Fließbach A., Pfiffer L., Niggli U., Mäder P. 2008. Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil and Tillage Research*, 101 (1/2): 89–96
- Biel W., Hury G., Jaroszewska A., Sadkiewicz J., Stankowski S. 2016a. The effect of tillage system and nitrogen fertilization on nutritional value of winter spelt wheat cultivars. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 330(4): 23–32
- Biel W., Jaroszewska A., Stankowski S., Sadkiewicz J., Boško P. 2016b. Effects of genotype and weed control on the nutrient composition of winter spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). *Acta Agricult. Scand., Section B – Soil & Plant Science* 66 (1): 27–35
- Blackshaw R.E., Brandt R.N. 2008. Nitrogen fertilizer rate effects on weed competitiveness in species dependent. *Weed Sci.* 56(5): 743–747
- Brandolini A., Hidalgo A., Gabriele S., Heun M. 2015. Chemical composition of wild and feral diploid wheats and their bearing on domesticated wheats. *J. Cereal Sci.* 63: 122–127
- Campbell K.G., 1997. Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Reviews* 15, 188–213.
- Castagna R., Minoia C., Porfiri O., Rocchetti G. 1996. Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats *Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schübler and *T. spelta* L. evaluated in contrasting agronomic environments. *J. Agron. Crop Sci.* 176: 173–181
- Czerednik A., Nalborczyk E. 2000. Współczynnik wykorzystania napromieniowania fotosyntetycznie aktywnego RUE – nowy wskaźnik fotosyntetycznej produktywności roślin w łanie. *Biul. IHAR* 215: 13–21
- Drews S., Neuhoff D., Köpke U. 2009. Weed suppression ability of three winter wheat varieties at different row spacing under organic farming conditions. *Weed Res.* 45(5): 526–533
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J. 2011. Przemiał pszenicy I wpływ twardości ziarna na ten proces. *Acta Agroph.* 18(1): 33–43
- Escarnot E., Jacquemin J.M., Agneessens R., Paquot M. 2012. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat (a review). *Biotechnol. Agron. Soc. (BASE)*, 16, 243–256.
- Feledyn-Szewczyk B. 2012. Porównanie zdolności konkurencyjnych w stosunku do chwastów oraz plonów ziarna pszenicy orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) z odmianami pszenicy zwyczajnej (*Triticum*

- aestivum* ssp. *vulgare*) w ekologicznym systemie produkcji. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. 293(21): 13–26
- Feledyn-Szewczyk B. 2013. The influence of morphological features of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) and common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) varieties on the competitiveness against weeds in organic farming system. J. Food, Agric. Environ. 11(1): 416–421.
- Gawlik-Dziki U., Dziki D., Baraniak B., Rufa L. 2009. The effect of simulated digestion *in vitro* on bioactivity of wheat bread with Tartary buckwheat flavones addition. LWT – Food Sc. Tech. 42(1): 137–143
- Gawlik-Dziki U., Świeca M., Dziki D. 2012. Comparison of phenolic acids profile and antioxidant potential of six varieties of spelt (*Triticum spelta* L.). J. Agric. Food Chem. 60: 4603–4612
- Gomez-Becerra H.F., Erdem H., Yazici A., Tutus Y., Torun B., Ozturk L., Cakmak I. 2010. Grain concentrations of protein and mineral nutrients in a large collection of spelt wheat grown under different environments. J. Cereal. Sci. 52(3): 342–349
- Holland J.M. 2004. The environment consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agriculture, Ecosystems and Environment 103: 1–25
- Hury G., Stankowski S., Makarewicz A., Sobolewska M., Biel W., Opatowicz N. 2016. The effect of soil tillage system and nitrogen fertilization on baking quality of winter spelt cultivars. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric., Aliment., Pisc., Zootech. 330(4): 91–100
- Jablonskytė-Raščė D., Maikšteniene S., Mankevičiene A. 2013. Evaluation of productivity and quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and spelt (*Triticum spelta* L.) in relation to nutrition conditions. Zemdirbyste-Agriculture 100 (1): 45–55
- Jaskulski D., Jaskulska I. 2016. Współczesne sposoby i systemy uprawy roli w teorii i praktyce rolniczej. CDR w Brwinowie, Oddział w Poznaniu, ss. 28 ISBN 978-83-60232-75-0
- Jaskulski D., Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Osiński G., Pochylski B. 2012. Elementy współczesnych systemów uprawy roli i roślin – skutki produkcyjne oraz środowiskowe. Fragm. Agron. 29(3): 61–70
- Jędruszczak M., Antoszek R. 2004. Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2): 47–59
- Kandlakunta B., Rajendran A., Thingnganing L. 2008. Carotene content of some common (cereals, pulses, vegetables, spices and condiments) and unconventional sources of plant origin. Food Chem. 106: 85–89
- Kieloch R., Sumińska J. 2012. Oddziaływanie herbicydów na plonowanie oraz jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 52(2): 266–271
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. Biul. IHAR 233: 49–58
- Knapowski T., Szychaj-Fabisiak E., Kozera W., Barczak B., Murawska B. 2016. Mineral fertilization and baking value of grain and flour of *Triticum aestivum* ssp. *spelta* L. Am. J. Exp. Agric. 11(4): 1-11
- Kordas L. 2009. Efektywność ekonomiczna różnych systemów uprawy roli w uprawie pszenicy ozimej po sobie. Fragm. Agron. 26(1): 42–48
- Kostić D.A., Dimitrijević D.S., Stojanović G.S., Palić I.R., Dorđević A., Ickovski J. 2015. Xanthine oxidase: isolation, assays of activity, and inhibition. J. Chem, vol 2015, ID 294858
- Kraska P. 2011. The content of some elements in the grain of spring wheat cv. Zebra depending on soil tillage systems and catch crops. J. Elem. 16(3): 407–419
- Kraska P., Pałys E. 2009. Yielding and chemical composition of winter wheat grain cultivated in monoculture in conditions of differentiated doses of herbicides application. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49(1): 440–444
- Kraska P., Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Pałys. 2014. Tillage systems and catch crops as factors determining weed infestation level in a spring wheat canopy (*Triticum aestivum* L.) sown in monoculture. Acta Sci. Pol. Agricultura 13(2): 33–50
- Kuś J., Jończyk K., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Mróz A. 2010. Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. J. Res. Appl. Agricult. Engin. 55(3): 219–223.
- Kwiatkowski C.A., Haliniarz M., Tomczyńska-Mleko M., Mleko S., Kawecka-Radomska M. 2015. The content of dietary fiber, amino acids, dihydroxyphenols and some macro- and micronutrients in grain of conventionally and organically grown common wheat, spelt wheat and millet. Agric. Food Sci. 24: 195–205

- Lityńska-Zajac M., Wasylkowa K. 2005. Przewodnik do badań archeobotanicznych. Wyd. Sorus, Poznań 2005, 83–85
- Longin C.F.H., Würschum T. 2016. Back to the future – tapping into ancient grains for food diversity. Trends in Plant Science 21 (9): 731–737
- Małecka I., Blecharczyk A., Dobrzeński T. 2006. Zachwaszczenie zbóż ozimych w zależności od systemu uprawy roli. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46(2): 253–255
- Małecka I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Piechota T., Waniorek B. 2012. Plonowanie zbóż w zależności od sposobów uprawy roli. Fragm. Agron. 29(1): 114–123
- Mäder P., Hahn D., Dubois D., Gunst L., Alföldi T., Bergmann H., Oehme M., Amadò R., Schneider H., Graf U., Velimirov A., Fließbach A., Niggli U. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. J. Sci. Food Agric. 87(10): 1826–1835
- Moudrý J., Konvalina P., Stehno Z., Capouchová I., Moudrý J. Jr. 2011. Ancient wheat species can extend biodiversity of cultivated crops. Sci. Res. Essays, 6 (20): 4273–4280
- Oleksy A., Szmigiel A., Kołodziejczyk M. 2009. Plonowanie oraz kształtowanie się powierzchni liści wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. Fragm. Agron. 26(4): 120–131
- Orzech K., Rychcik B., Stępień A. 2011. Wpływ sposobów uprawy roli na zachwaszczenie i plonowanie jęczmienia jarego. Fragm. Agron. 28(2): 63–70
- Patys E., Korzeniowski M., Andruszczak S., Kraska P., Krusińska B. 2011. Wpływ poziomu nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej na zachwaszczenie łąni pszenicy ozimej wysiewanej po sobie na rędzinie. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 559: 141–151
- Podolska G., Rothkaehl J., Górniak W., Stępniewska S. 2015. Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plon i wartość wypiekową pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) odmiany Rokosz. Annales UMCS, sec. E Agricultura 70(1): 93–103
- Rachoń L., Szumiło G., Czubačka M. 2009. Plonowanie ozimych linii pszenicy orkisz w warunkach zróżnicowanego poziomu ochrony chemicznej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 542: 427–436
- Rimle R., Rüegger A., Schmid J., Stamp P. 1995. Vergleich von Weizen und Dinkel sowie ihrer F1-Hybriden. Agrarforschung 2 (11/12): 512–515
- Rola H., Domaradzki K., Kaczmarek S., Kapeluszyński J. 2013. Znaczenie progów szkodliwości w integrowanych metodach regulacji zachwaszczenia w zbożach. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53(1): 96–104
- Rola H., Kieloch R. 2005. Wpływ chlorotoluronu na plonowanie oraz wybrane parametry jakościowe ziarna odmian pszenicy ozimej. Pamiętnik Puławski 139: 199–209
- Ruibal-Mendieta N.L., Delacroix D.L., Mignolet J.M.P., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J.L., Meurens M., Qeentin-Leclercq J., Delzenne N.M., Larondelle Y., 2005. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. J. Agric. Food Chem. 53, 2751–2759
- Sans F.X., Berner A., Armengot L., Mäder P. 2011. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat–sunflower–spelt cropping sequence. Weed Res. 51: 413–421
- Sekutowski T., Domaradzki K. 2009. Bioróżnorodność gatunkowa chwastów w monokulturze pszenicy ozimej w warunkach stosowania uproszczeń w uprawie roli. Fragm. Agron. 26(4): 160–169
- Stalenga J. 2009. Plonowanie, stan odżywienia oraz efektywność wykorzystania składników nawozowych przez dawne i współczesne odmiany pszenicy ozimej w ekologicznym systemie produkcji roślinnej. J. Res. Appl. Agricult. Engin. 54 (4): 106–119
- Stankowski S., Hury G., Piskorska A. 2011. Porównanie plonu wybranych odmian i rodów orkiszu pszennego i pszenicy zwyczajnej. W: Konferencja „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz w warunkach zmian klimatu”, IUNG Puławy, 28-29 czerwca 2011: 41–42
- Stępień, A., Wojtkowiak, K., Orzech, K. and Wiktorski, A. 2016. Nutritional and Technological Characteristics of Common and Spelt Wheats Are Affected by Mineral Fertilizer and Organic Stimulator Nano-Gro®. Acta Sci. Pol., Agricultura, 15(2): 49–63.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. 2004. Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. Acta Sci. Pol., Agricultura 3(2): 235–245

- Sulewska H. 2012. Pszenica orkisz. W: Pszenice – zwyczajna, orkisz, twarda. Uprawa i zastosowanie. Red. Budzyński W., PWRiL Poznań, 151–181
- Sulek A., Podolska G. 2006. Kształtowanie się cech jakościowych ziarna pszenicy ozimej pod wpływem herbicydów. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46(2): 300–304
- Sulek A., Podolska G., Leszczyńska D., Noworolnik K. 2007. Reakcje zbóż na nawożenie azotem. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 9: 29–36
- Tuesca D., Puricelli E., Papa J.C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Res.* 41: 369–382
- Urban M. 2003. Wpływ herbicydów na jakość ziarna 7 odmian pszenicy jarej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 43: 990–993
- Weber R. 2004. Zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli. *IUNG, Monografie i Rozprawy Naukowe* 12: 5–88
- Weber R., Sekutowski T., Owsiak Z. 2014. Zmienność zachwaszczenia odmian pszenicy ozimej w zależności od systemu uprawy roli. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 54(2): 178–184
- Winzeler H., Rüeegg A. 1990. Dinkel: Renaissance einer alten Getreideart. *Landwirtschaft Schweiz* Band. 3 (9), 503–511
- Wojtkowiak K., Stępień A. 2015. Nutritive value of spelt (*Triticum aestivum* spp. *spelta* L.) as influenced by the foliar application of copper, zinc and manganese. *Zemdirbyste-Agriculture* 102 (4): 389–396
- Ziegler J.U., Wahl S., Wurschum T., Longin C.F.H., Carle R., Schweiggert R.M. 2015. Lutein and lutein esters in whole grain flours made from 75 genotypes of 5 *Triticum* species grown at multiple sites. *J. Agric. Food Chem.* 63 (20): 5061–5071
- Zieliński H., Ceglińska A., Michalska A. 2008. Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Tech.* 226: 537–544
- Zhou K., Yu L. 2004. Antioxidant properties of bran extracts from Trego wheat grown at different locations. *J. Agric. Food Chem.* 52: 1112–1117
- Zorb C., Niehaus K., Barsch A., Betsche T., Langenkamper G. 2009. Levels of compounds and metabolites in wheat ears and grains in organic and conventional agriculture. *J. Agric. Food Chem.* 57: 9555–9562

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### Przed uzyskaniem stopnia doktora

Działalność naukową rozpoczęłam w 2001 roku wraz z podjęciem studiów doktoranckich na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej w Lublinie w Katedrze Roślin Przemysłowych i Leczniczych. Poza realizacją tematu związanego z przyszłą pracą doktorską zostałam włączona do zespołu badawczego kierowanego przez prof. dr hab. Stanisława Berbecia, zajmującego się dolistnym dokarmianiem roślin. Uczestniczyłam w merytorycznym opracowaniu badań, których celem było określenie wpływu nawozu dolistnego Ekolist i stymulatora wzrostu Atonik na plony i jakość surowca tymianku [**publikacja II D 1, zał. 4**]. Wykazano, że zastosowane preparaty stymulowały wzrost roślin tymianku oraz przyczyniły się do zwiększenia plonu surowca (liście i kwiatostany) i uzyskanego olejku.

W czasie trwania studiów doktoranckich opublikowałam również wyniki badań dotyczące wpływu wybranych elementów meteorologicznych na pojawy fenologiczne żyta ozimego. Wykazano w nich, że wzrost sum temperatur powietrza, opadów atmosferycznych, usłonecznienia i parowania wydłuża czas trwania większości międzyfaz żyta ozimego, zaś

wyższe wartości średnich temperatur powietrza w danym okresie przyspieszają pojawienie się następnej agrofenufazy [**publikacja II D 2, zał. 4**]. W tym czasie nawiązałam również współpracę z Katedrą Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie, włączając się w realizację badań dotyczących oceny właściwości reologicznych mieszanin skrobi z gumą ksantanową [**publikacja II D 3, zał. 4**].

Podczas II Konferencji Naukowej Doktorantów pt. „Problemy Technologii Produkcji Roślinnej, Zwierzęcej i Żywności” wygłosiłam referat prezentujący wstępne wyniki doświadczenia realizowanego w ramach pracy doktorskiej. Dotyczyły one oceny wpływu sposobu zakładania plantacji na wzrost, rozwój i plonowanie lubczyku ogrodowego i prawoślazu lekarskiego oraz na zawartość związków czynnych w surowcach w pierwszym i drugim roku wegetacji roślin. Obrany kierunek badań wynikał z zainteresowania roślinami zielarskimi, w szczególności możliwością uzyskiwania wysokich i stabilnych plonów dobrej jakości cenionych w lecznictwie gatunków. Wykazałam, że pod względem wielkości plonu bardziej korzystne było zakładanie plantacji z rozsady niż z bezpośredniego wysiewu, przy czym najlepsze efekty plonotwórcze zapewnia wysadzanie rozsady produkowanej w tacach wielokomórkowych. Ocena składu chemicznego wykazała większą zawartość olejku eterycznego i śluzu w surowcach roślin pozyskanych z siewu bezpośredniego oraz z uprawy pod agrowłókniną. Praca doktorska została wyróżniona, a wyniki prowadzonych badań były prezentowane na sześciu konferencjach [**III B 2–7, zał. 4**] oraz opublikowane w trzech oryginalnych pracach twórczych [**publikacje II A 1, II D 4–5, zał. 4**].

### **Po uzyskaniu stopnia doktora**

Po uzyskaniu stopnia doktora w 2006 r. zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Katedrze Ekologii Rolniczej Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Zakład Ekologii Rolniczej, Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy). Aktywne włączenie się w badania statutowe Katedry oraz czynny udział w organizowanych konferencjach wzbogaciły moją wiedzę teoretyczną i metodyczną, którą wykorzystywałam w późniejszej pracy naukowej. Moje zainteresowania koncentrowały się na następujących zagadnieniach:

1. Optymalizacja agrotechniki wybranych roślin uprawnych w warunkach agroekologicznych Lubelszczyzny.
2. Ocena poziomu zachwaszczenia łąnu, zdrowotności roślin oraz wielkości i jakości plonu w ekologicznym systemie produkcji.
3. Nawozowe wykorzystanie substancji odpadowych w rolnictwie.

Powyższe tematy badawcze były realizowane w ramach działalności statutowej oraz jako projekty finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, w których uczestniczyłam jako wykonawca lub kierownik.



## **Optymalizacja agrotechniki wybranych roślin uprawnych w warunkach agroekologicznych Lubelszczyzny**

W początkowym okresie swojej pracy naukowej zajęłam się problematyką związaną z optymalizacją agrotechniki roślin zbożowych. Inspiracją do tak ukierunkowanych badań były doświadczenia polowe realizowane w ramach działalności statutowej Katedry. W szczególności dotyczyły one określenia optymalnego poziomu wnoszenia środków ochrony i nawozów mineralnych z wykorzystaniem potencjału plonotwórczego różnych odmian. Badania z tego zakresu opublikowałam w 18 oryginalnych pracach twórczych. Uzyskane wyniki prezentowałam również na konferencjach w formie doniesień i posterów.

Uczestniczyłam w merytorycznym opracowaniu wyników badań realizowanych w ramach tematu badawczego „Optymalizacja zabiegów chemicznych w uprawie pszenicy ozimej na łące” (RKE-BW/7; GD Bezek). Na podstawie wyników badań uzyskanych z powyższego doświadczenia stwierdzono, że w miarę zwiększania poziomu nawożenia mineralnego istotnie zmniejszała się liczba chwastów w zasiewach pszenicy ozimej, a zwiększała się ich powietrznie sucha masa. Lepszą skuteczność w ograniczeniu poziomu zachwaszczenia łąki pszenicy ozimej uzyskano po zastosowaniu herbicydów Sekator 6,25 WG (amidosulfuron, jodosulfuron metylosodowy) i Puma Universal 069 EW (fenoksaprop-P-etylu) w porównaniu z herbicydem Chwastox Turbo 340 SL (MCPA, dikamba) **[publikacje II D 13, 35, 44, zał. 4]**.

Ważnym zagadnieniem były badania nad możliwością ograniczania dawek herbicydów stosowanych w regulacji zachwaszczenia zbóż. Eksperymenty z tego zakresu prowadziłam w latach 2006-2008, a obiektami doświadczalnymi były zboża ozime, tj. pszenica odmiany Turnia wysiewana po sobie na łące i pszenżyto Todan wysiewane również w monokulturze, ale na glebie lekkiej. Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanych dawek herbicydów Mustang 306 SE (florasulam; 2,4 D EHE) i Attribut 70 WG (propoksykarbazon sodowy) na plon oraz wybrane cechy jakości ziarna. Herbicydy stosowano łącznie w pełnych zalecanych dawkach, zredukowanych do 75% oraz dawkach zmniejszonych o połowę. Obiekt kontrolny stanowiły poletka, na których nie stosowano środków chwastobójczych. Dodatkowo badania rozszerzono o wpływ dolistnego dokarmiania roślin na oceniane parametry pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego. Nawozy dolistne (Insol 3 i FoliCare 18:18:18) aplikowano dwukrotnie w okresie wegetacji. Ponadto, w innym eksperymencie z pszenicą ozimą oceniano wpływ adiuwanta Atpolan 80 EC na efektywność zastosowanych dawek herbicydów mierzoną wielkością uzyskanego plonu ziarna.

Wykazałam, że plony ziarna pszenicy i pszenżyta ozimego uzyskane w warunkach stosowania zróżnicowanych dawek florasulamu i 2,4 D EHE oraz propoksykarbazonu sodowego nie różniły się istotnie. Wskazuje to na możliwość obniżenia dawki herbicydów Mustang 306 SE i Attribut 70 WG co najmniej o 25% bez ryzyka istotnego zmniejszenia plonu, natomiast stosowanie nawozów dolistnych nie miało istotnego wpływu na plonowanie pszenicy i pszenżyta, chociaż obserwowano tendencję zwiększenia plonów ziarna w porównaniu z obiektem kontrolnym. Uzyskane wyniki badań dotyczące jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej potwierdzają możliwość poprawy niektórych jego cech poprzez stosowanie nawozów dolistnych. Stwierdziłam również, że stosowanie

nawozów Insol 3 i FoliCare 18:18:18 zwiększyło zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenżyta ozimego [publikacje II D 6, 8, 10, 33, zał. 4]. W badaniach dotyczących oceny zachwaszczenia łąny pszenżyta ozimego wykazałam, że powietrznie sucha masa chwastów w obiektach opryskiwanych zalecanymi przez producenta dawkami herbicydów Mustang 306 SE i Attribut 70 WG oraz dawkami obniżonymi o 25% i 50%, nie różniła się istotnie [II D 14, zał. 4]. Zastosowanie wymienionych herbicydów z dodatkiem adiuwanta Atpolan 80 EC wpłynęło na zwiększenie obsady kłosów i plonu ziarna pszenicy ozimej w porównaniu do obiektu, w którym aplikowano herbicydy, ale bez dodatku adiuwantu [II D 12, 36, zał. 4].

W latach 2006-2007 byłam członkiem zespołu badawczego zajmującego się wpływem wsiewek międzyplonowych oraz herbicydu Chwastox Extra 300 SL (MCPA) na plonowanie jęczmienia jarego odmiany Rataj wysiewanego w monokulturze. Na podstawie wyników badań dowiedziono, że uprawa jęczmienia jarego z wsiewkami międzyplonowymi z koniczyny czerwonej lub koniczyny białej sprzyjała uzyskaniu wyższego plonu ziarna, a o przyroście plonu w największym stopniu decydowała obsada kłosów jęczmienia. Wykazałam ponadto, że zastosowanie herbicydu Chwastox Extra 300 SL nie zmieniało istotnie poziomu plonowania jęczmienia jarego oraz elementów struktury plonu [II D 15, zał. 4].

W latach 2007-2009 realizowałam badania dotyczące oceny plonowania i zachwaszczenia nagoziarnistej i oplewionej formy owsa w zróżnicowanych warunkach agrotechnicznych. Stwierdziłam, że zastosowanie florasulamu i 2,4 D EHE w łąnie owsa było bardziej skutecznym sposobem zmniejszenia liczby chwastów dwuliściennych niż pielęgnacja mechaniczna. Warto jednak podkreślić, że masa chwastów w obiektach herbicydowych oraz w wariancie z dwukrotnym bronowaniem nie różniła się istotnie. Zastosowanie herbicydu Mustang 306 SE oraz nawozów dolistnych Insol 3 i FoliCare 18:18:18, w porównaniu z obiektem kontrolnym istotnie zwiększyło obsadę wiech na jednostce powierzchni. Nie udowodniono jednak istotnego wzrostu plonu ziarna owsa, chociaż był większy, niż w obiektach gdzie nie stosowano herbicydu i nawozów dolistnych. Oplewiona odmiana owsa Krezus plonowała na wyższym poziomie i była bardziej konkurencyjna wobec chwastów niż nagoziarnista odmiana Cacko [II D 9, 11, zał. 4]. W innych badaniach (lata 2010-2012) oceniałam owies nagoziarnisty Polar i oplewioną formę Breton. Udowodniłam, że aplikacja herbicydu Lintur 70 WG (dikamba, triasulfuron) lub mieszaniny środków Lintur 70 WG i Chwastox Extra 300 SL (MCPA) istotnie ograniczyła powietrznie suchą masę chwastów w łąnie, a plony ziarna wzrosły w porównaniu z obiektem kontrolnym średnio od 13% do 23%. Nawozy dolistne zwiększyły presję chwastów w łąnie obu form owsa, nie miały jednak większego wpływu na wielkość uzyskanych plonów oraz cechy jakościowe ziarna. Oceniane czynniki doświadczalne istotnie różnicowały wartość wskaźnika powierzchni liściowej (LAI) w łąnie owsa i średniego kąta nachylenia liści (MTA) [II D 19, 21, 48, zał. 4].

W badaniach realizowanych w latach 2009–2011 oceniałam wpływ uprawy płużnej oraz konserwującej z wykorzystaniem różnych międzyplonów na plon, zdrowotność roślin i jakość ziarna pszenicy jarej odmiany Tybalt wysiewanej w monokulturze. Uprawę konserwującą prowadzono z jesiennym lub wiosennym talerzowaniem międzyplonów. Jednocześnie zastosowano cztery sposoby regeneracji stanowiska w postaci wsiewek

międzyplonowych koniczyny czerwonej i życicy westerwoldzkiej oraz międzyplonów ścierniskowych facelii błękitnej i gorczycy białej. Konserwująca uprawa roli, w porównaniu z systemem płużnym, przyczyniła się do zmniejszenia obsady kłosów oraz liczby ziaren w kłosie, a w konsekwencji do obniżenia plonowania pszenicy jarej. Wykazano natomiast, że system uprawy roli nie miał wpływu na zdrowotność roślin oraz cechy jakościowe ziarna. Stwierdzono istotnie niższe wartości wskaźnika chorobowego i jednocześnie wyższe plony ziarna pszenicy jarej w stanowisku po międzyplonach ścierniskowych i wsiewce śródplonowej z koniczyny czerwonej niż na poletkach kontrolnych oraz w stanowisku po wsiewce z życicy westerwoldzkiej [II D 17, zał. 4]. Oceniając poziom zachwaszczenia pszenicy jarej stwierdzono, że uprawa konserwująca, w porównaniu z płużnym systemem uprawy roli, istotnie zwiększyła liczbę i powietrznie suchą masę chwastów w łanie. Wprowadzenie obu międzyplonów ścierniskowych oraz wsiewki z koniczyny czerwonej ograniczyło zachwaszczenie w łanie pszenicy jarej, zarówno w odniesieniu do kontroli, jak i stanowiska z życicą westerwoldzką [II D 18, zał. 4]. Uzyskane wyniki badań zostały wdrożone do praktyki rolniczej [III Q 13a, zał 4].

W ramach współpracy z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w latach 2010-2012 prowadzono badania, których celem było ustalenie optymalnych warunków nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej łanu lnu oleistego (odmiany Oliwin i Szafir) wysiewanego w zróżnicowanej rozstawie rzędów. Wykazano, że plonowanie lnu było w największym stopniu uzależnione od poziomu agrotechniki. W porównaniu z oszczędną technologią uprawy ( $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ , bez herbicydów), zwiększenie dawki azotu odpowiednio do  $60$  i  $80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  oraz zastosowanie ochrony chemicznej w postaci środków Linurex 50 WP (linuron), Fusilade Forte 150 EC (fluazyfop-P-butylowy) i Glean 75 WP (chlorosulfuron), istotnie zwiększyło plony nasion (średnio od 64% do 93%) oraz zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych. Nie stwierdzono natomiast istotnego różnicowania zawartości białka i tłuszczu w nasionach oraz ilości makro- i mikroelementów. Odmiana Szafir, była bardziej plenna oraz odznaczała się istotnie większą zawartością białka, zawierała jednak mniej tłuszczu niż odmiana Oliwin. Uzyskane z powyższego eksperymentu wyniki badań zostały opublikowane w dwóch czasopismach uwzględnionych w bazie JCR [II A 3, 4, zał. 4] oraz znalazły zastosowanie w praktyce rolniczej poprzez aplikację produktu w 13 gospodarstwach rolnych na terenie woj. lubelskiego, podkarpackiego, podlaskiego i mazowieckiego [III Q 13d, zał. 4]. W związku ze wzrostem zainteresowania lnem jako cennym surowcem dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego, w 2014 roku rozpoczęłam prowadzenie kolejnego doświadczenia z lnem oleistym (odmiana Bukoz), w którym jako czynniki eksperymentalne uwzględniłam różne poziomy chemicznej ochrony przed chwastami oraz dolistne dokarmianie roślin. Uzyskane wyniki badań są aktualnie opracowywane pod kątem publikacji naukowej.

Ważną część mojej pracy naukowej stanowiły badania z zakresu plonowania i poziomu zachwaszczenia łanu pszenicy orkiszowej. Poza doświadczeniami będącymi podstawą mojego osiągnięcia naukowego, w latach 2012-2014 przeprowadziłam eksperyment polowy, w którym oceniano dwa rody hodowlane jarej formy pszenicy orkiszowej wysiewane w ilości 150, 200 i 250 kg kłosków na hektar. Dodatkowym czynnikiem badawczym była zróżnicowana dawka azotu: 50 i  $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Badania te uważam za szczególnie cenne,

bowiem ukazujące się w ostatnich latach prace dotyczące plonowania orkiszu koncentrowały się przede wszystkim na ozimych odmianach tego zboża. Brakuje natomiast opracowań, w których oceniano wpływ zróżnicowanej agrotechniki na plonowanie formy jarej.

Wykazałam, że jare rody pszenicy orkiszowej odznaczały się stosunkowo niską plennością, jednakże biorąc pod uwagę ich wysoką jakość, mogą okazać się cennym materiałem do uprawy w warunkach ekologicznych oraz w niskonakładowych gospodarstwach konwencjonalnych. Zróżnicowana ilość wysiewu kłosek nie miała istotnego wpływu na plonowanie orkiszu oraz większość ocenianych parametrów jakościowych ziarna, co świadczy o dużych zdolnościach ocenianych rodów do samoregulacji ładu. W przeprowadzonym doświadczeniu jednoznacznie wykazałam brak zasadności stosowania wyższych dawek azotu w uprawie rodów orkiszu jarego, bowiem wiąże się to ze zwiększeniem wysokości roślin oraz podatności na wyleganie, a w rezultacie spadkiem plonu ziarna. Uzyskane wyniki badań spotkały się z dużym uznaniem recenzentów i zostały przyjęte do druku w *Journal of Animal and Plant Sciences* [II A 11, zał. 4]. Ważnym poznawczo aspektem prowadzonych badań była również ocena zdolności konkurencyjnych rodów pszenicy orkiszowej wobec chwastów. W hipotezie badawczej założono, że w warunkach zwiększonego nawożenia azotem oraz gęściejszego siewu możliwe jest ograniczenie presji ze strony flory segetalnej [II D 20, zał. 4]. Wykazałam, że bardziej konkurencyjny wobec chwastów okazał się orkisz A10 w porównaniu z rodem A12. Fitocenoza orkiszu kształtowała się przeważnie niezależnie od zastosowanej dawki azotu, bowiem masa chwastów w obydwu wariantach nawożenia była podobna. Udowodniłam natomiast, że czynnikiem istotnie różnicującym florę segetalną była norma siewu. Zwiększenie ilości wysiewu kłosek z 150 do 200 i 250 kg/ha ograniczyło liczbę chwastów w łanie, natomiast istotną redukcję masy chwastów pod wpływem zagęszczonego siewu stwierdzono tylko w warunkach stosowania niższej dawki azotu.

Równoległe z doświadczeniem z zakresu plonowania i zachwaszczenia jarej pszenicy orkiszowej prowadzono badania z trzema ozimymi odmianami orkiszu. Miały one na celu ustalenie optymalnych warunków ochrony chemicznej ładu w płuźnym i bezorkowym systemie uprawy roli. Stwierdzono, że zastosowanie herbicydów Aminopielik Tercet 500 SL i Puma Uniwersal 069 EW skutecznie ogranicza liczbę i masę chwastów w łanie orkiszu oraz korzystnie wpływa na cechy architektury ładu i wielkość plonu ziarna. Jednocześnie ziarno orkiszu w warunkach stosowania ochrony chemicznej odznacza się większą zawartością białka i glutenu. Plon ziarna ozimej formy pszenicy orkiszowej wysiewanej w warunkach uprawy bezorkowej na rędzinie był mniejszy aniżeli w obiektach z uprawą płuźną. Należy jednak podkreślić, że zwiększony poziom ochrony chemicznej w dużym stopniu łagodził nieco gorsze warunki wzrostu roślin w obiektach z uprawą bezpłuźną. Uzyskane wyniki badań zostały wdrożone do praktyki rolniczej poprzez aplikację produktu [III Q 13e, zał. 4] oraz są przedmiotem opracowania pod kątem publikacji naukowej.

W moim dorobku publikacyjnym są również prace dotyczące oceny potencjału allelopatycznego wodnych wyciągów sporządzonych ze słomy pszenicy ozimej [II D 7, 34, zał. 4] oraz nadziemnych części *Melandrium album* [II D 47, zał. 4]. Badania prowadzone były w ramach tematu finansowanego z działalności statutowej (RKE-DS./8) pt.

„Oddziaływanie allelopatyczne wybranych gatunków chwastów na rośliny uprawne”, którego aktualnie jestem kierownikiem.

### **Ocena poziomu zachwaszczenia łąnu, zdrowotności roślin oraz wielkości i jakości plonu w ekologicznym systemie produkcji**

Nawiązanie współpracy z Oddziałem Doradztwa Rolniczego w Brwinowie o. w Radomiu umożliwiło przeprowadzenie serii eksperymentów z zakresu rolnictwa ekologicznego. Realizowałam je jako kierownik (1 projekt), główny wykonawca (4 projekty) lub wykonawca (1 projekt) w ramach grantów przyznanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. W latach 2010-2011 byłam członkiem zespołu badawczego zajmującego się zagadnieniem wpływu wsiewek międzyplonowych na zmiany zachwaszczenia łąnu i zawartość próchnicy w glebie oraz oceną odporności na poziomie molekularnym na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną zbóż jarych w warunkach ekologicznego gospodarowania (projekty: RR-re-029-11-2782/10 oraz PKre-029-16-13/11(154)). Projekty realizowano wspólnie z Instytutem Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Stwierdzono, że wsiewki międzyplonowe z koniczyny czerwonej, seradeli pastewnej i koniczyny białej skutecznie ograniczały zachwaszczenie pszenicy zwyczajnej, orkisz i jęczmienia, nie powodując jednocześnie istotnych zmian jakości ziarna i poziomu plonowania zbóż jarych. Analiza genetyczna wykazała, że rody orkiszu jarego A10 i A12 nie mają genów odporności na mączniaka prawdziwego (Pm) i rdzę brunatną zbóż (Lr). W uprawie jęczmienia jarego obecność wsiewek międzyplonowych przyczyniła się do zwiększenia zawartości węgla organicznego w warstwie uprawnej gleby w porównaniu z wariantem kontrolnym bez wsiewek. W glebie pobranej spod pszenicy zwyczajnej i pszenicy orkiszowej stwierdzono odwrotne zależności [II E 1-2, II D 45, zał. 4].

W 2013 roku jako kierownik tematu „Uprawy polowe metodami ekologicznymi: metody ochrony naturalnych wrogów szkodników oraz określenie zależności występowania chorób, szkodników i chwastów od płodozmianu, agrotechniki i występowania roślin sąsiadujących w uprawach polowych” realizowałam projekt własny (PKre-029-28-28/13(702)), którego celem było określenie wpływu gęstości siewu owsa nagoziarnistego i jęczmienia jarego uprawianych w siewie czystym oraz jako komponentów w mieszankach międzygatunkowych na poziom zachwaszczenia łąnu, zdrowotność roślin oraz wielkość i jakość uzyskanych plonów ziarna [II E 3, zał. 4]. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazałam, że w warunkach gospodarstwa ekologicznego najbardziej korzystnym wariantem jest uprawa jęczmienia jarego w mieszance z 70% udziałem owsa stosując średnią gęstość siewu (tj. jęczmień 100 szt./m<sup>2</sup>, owies 370 szt./m<sup>2</sup>). W tej kombinacji rośliny bardzo skutecznie konkurują z chwastami, odznaczają się stosunkowo niskim wskaźnikiem porażenia przez patogeny grzybowe oraz plonują na poziomie zbliżonym do jęczmienia uprawianego w siewie czystym. Uzyskane ziarno osiąga bardzo dobre parametry jakościowe, zwłaszcza pod kątem zawartości białka, tłuszczu, azotu, magnezu, manganu i żelaza.

W 2014 r. byłam głównym wykonawcą w projekcie dotyczącym możliwości współrzędnej uprawy soczewicy z owsem nagoziarnistym i gryką zwyczajną pełniącymi rolę

roślin podporowych (HOre-029-16-12/14(82)), natomiast w 2015 r. realizowano projekt, w którym jako rośliny podporowe wysiewano owies zwyczajny, jęczmień jary i pszenicę jarą (HORre-msz-0780-13/15(485)). Badania prowadzono we współpracy z Zakładem Fitopatologii i Mykologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Wykazano, że dobór odmian soczewicy (Tina, Anita) odgrywa dużą rolę w uzyskaniu stabilnego plonu nasion, przy czym większą szansę powodzenia uprawy zapewnia wysiew mieszaniny odmian. Obecność zbóż jarych współrzędnie występujących w łanie zapobiegła wylegnięciu soczewicy, a także pozwoliła istotnie zwiększyć zdrowotność nasion soczewicy i konkurencyjność tak prowadzonego łanu względem chwastów [II E 4-5, zał. 4].

Przedmiotem moich badań była również ocena składu chemicznego nasion soczewicy jadalnej wysiewanej w siewie czystym i mieszaninie odmian oraz współrzędnie z owsem nagoziarnistym jako rośliną podporową, w rozstawie rzędów 20 i 25 cm. Realizacja badań była możliwa dzięki współpracy z Zakładem Uprawy Roślin Pastewnych IUNG PIB w Puławach, którą nawiązałam podczas pobytu na stażu naukowym w tej jednostce. Efektem prowadzonych badań było wykazanie, że nasiona soczewicy jadalnej odmiany Anita uprawianej w warunkach gospodarstwa ekologicznego, w porównaniu z odmianą Tina, charakteryzowały się większą zawartością białka ogólnego, tłuszczu, aminokwasów oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. W nasionach odmiany Anita określono jednocześnie większą zawartość N, P, Cu, Zn i Fe. Wysiew soczewicy w szersze rzędy spowodował wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach, zmniejszeniu uległa jednak zawartość składników mineralnych. Obecność owsa jako rośliny podporowej na ogół pogarszała jakość nasion soczewicy, co prawdopodobnie związane było z konkurencyjnym oddziaływaniem w łanie na rośliny soczewicy [II A 9, zał. 4].

W 2016 r. uczestniczyłam w realizacji projektu badawczego pt. „Przetwórstwo produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi: badania nad optymalizacją oraz rozwojem innowacyjnych rozwiązań w zakresie przetwórstwa w celu podnoszenia wartości prozdrowotnych produktów ekologicznych” (HOR.re.-027.7.2017). Badania prowadzono wspólnie z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności oraz Zakładem Techniki Ciepłej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Ich celem było opracowanie receptury na innowacyjne ekologiczne pieczywo pszenne (orkiszowe) wzbogacone tzw. „zielonym ziarnem” pszenicy orkiszowej oraz pieczywo z dodatkiem skiełkowanych nasion soczewicy jadalnej i ziarna owsa nieoplewionego [II E 6, zał. 4].

W moim dorobku publikacyjnym z zakresu rolnictwa ekologicznego znajduje się również praca, w której oceniałam przydatność potasowego mydła ogrodniczego, preparatu Bioczos oraz mieszaniny Bioczosu i wyciągów roślinnych z *Artemisia absinthium* L. i *Tanacetum vulgare* L., jako naturalnych zapraw nasiennych. Wykazano, że testowane preparaty istotnie ograniczały energię i zdolność kiełkowania ziarniaków oraz hamowały rozwój siewek pszenicy jarej [II D 24, 32, zał. 4].

### **Nawozowe wykorzystanie substancji odpadowych w rolnictwie**

Zwiększenie pobrania z gleby składników mineralnych związane z intensyfikacją produkcji roślinnej skłania rolników do poszukiwania alternatywnych źródeł makro- i mikroelementów, stwarzając jednocześnie szansę zagospodarowania odpadów będących

produktami ubocznymi działalności człowieka. W ostatnich kilku latach na świecie wiele uwagi poświęca się badaniom nad wykorzystaniem biowęgla jako dodatku o dużym potencjale do poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleb. Biowęgiel jest produktem rozkładu termicznego substancji organicznej w procesie pirolizy, jednak w zależności od substratu, z jakiego został wytworzony oraz od warunków technologicznych, charakteryzuje się różnymi właściwościami, determinującymi jego późniejsze działanie w glebie.

W latach 2012-2014 byłem członkiem zespołu oceniającego możliwości zastosowania różnych dawek biowęgla (10, 20 i 30 t·ha<sup>-1</sup>) wytworzonego ze słomy pszenicy w monokulturowej uprawie żyta ozimego. Przesłanką do podjęcia badań było założenie, że biowęgiel, jako materiał o dużej pojemności sorpcyjnej i zdolnościach retencyjnych, poprawi właściwości chemiczne warstwy ornej gleby, a tym samym warunki wzrostu roślin poprzez zwiększone zaopatrzenie w składniki pokarmowe i wodę. Badania realizowano wspólnie z Zakładem Chemii Środowiskowej Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Wykazano, że gleba z dodatkiem biowęgla w ilości 20 t·ha<sup>-1</sup> i 30 t·ha<sup>-1</sup> charakteryzowała się wyższą wartością pH oraz zwiększoną zawartością węgla organicznego, P, K, Mn, Fe i B, w odniesieniu do obiektu bez nawożenia biowęgłem. Wprowadzenie biowęgla do gleby zwiększyło plony ziarna i biomasę roślin żyta, przy czym najlepsze efekty uzyskano w obiekcie z dawką 20 t·ha<sup>-1</sup>. Zastosowane dawki biowęgla nie wpływały kierunkowo i jednoznacznie na skład chemiczny ziarna. Brak negatywnego oddziaływania biowęgla na jakość ziarna żyta ozimego oraz korzystny wpływ na wielkość uzyskanych plonów uzasadnia jego stosowanie pod rośliny uprawne. Wydaje się również, że biowęgiel może być źródłem składników pokarmowych dla roślin w okresie wegetacji, a tym samym stwarza możliwość zmniejszenia dawki nawożenia mineralnego [II A 6, 8; II D 46, 50, zał. 4].

Wśród wymagań jakościowych decydujących o bezpiecznym wprowadzaniu biowęgla do gleb za kluczowy uznaje się poziom zanieczyszczeń. Szczególnie niebezpieczne są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które mogą tworzyć się podczas procesu pirolizy. W przeprowadzonych badaniach dowiedziono, że zastosowanie biowęgla spowodowało wzrost zawartości WWA w glebie z 0,239 µg·g<sup>-1</sup> w obiekcie kontrolnym do 0,526 µg·g<sup>-1</sup> i 1,310 µg·g<sup>-1</sup> w obiektach nawożonych odpowiednio 30 t·ha<sup>-1</sup> i 45 t·ha<sup>-1</sup> biowęgla. Wraz z upływem czasu ilość WWA w glebie ulegała jednak zmniejszeniu, osiągając po 105 dniach wartość zbliżoną do gleby bez dodatku biowęgla [II A 5, zał. 4].

W tej grupie tematycznej moich zainteresowań znajduje się również problem rolniczego zagospodarowania pofermentu powstałego w wyniku produkcji biogazu, a także odpadów górniczych w postaci skały karbońskiej z kopalni węgla kamiennego „Bogdanka” S.A.. Wykorzystanie takich odpadów w charakterze nawozu powinno być poprzedzone badaniami określającymi ich wpływ na procesy zachodzące w glebie, a w szczególności identyfikację potencjalnych zagrożeń dla środowiska przyrodniczego. Poza monitoringiem chemicznym, przydatną metodą do oceny ekotoksykologicznego oddziaływania materiałów odpadowych na glebę mogą być biotesty z wykorzystaniem żywych organizmów. W ramach tego tematu wspólnie z zespołem przeprowadziłam badania, których celem było określenie stopnia toksyczności gleby biellicowej z dodatkiem skały karbońskiej (10% i 20%) oraz pofermentu z biogazowni (1,5% i 3,0%). Próbkę do badań pobierano bezpośrednio po wniesieniu

odpadów do gleby, a następnie po 180 i 360 dniach. W celu uzyskania jak najbardziej wyczerpującej informacji dotyczącej toksyczności próbek, w badaniach wykorzystano trzy różne biotesty, w których jako bioindykatory zastosowano organizmy reprezentujące różne poziomy łańcucha troficznego. W teście Phytotoxkit F toksyczność określana jest jako stopień zahamowania wzrostu korzenia *Lepidium sativum*, test Microtox® polega na wykorzystaniu bioluminescencji morskich bakterii *Vibrio fischeri*, z kolei Daphtoxkit F oparty jest na pomiarach śmiertelności i zahamowania wzrostu skorupiaka *Daphnia magna*. Wyniki były porównywane z danymi uzyskanymi w równoległe prowadzonym teście z glebą kontrolną. W badaniach udowodniono, że gleba z dodatkiem skały karbońskiej lub pofermentu z biogazowni nie wykazywała toksycznego oddziaływania na organizmy testowe. Warto jednak podkreślić, że po 12 miesiącach od zastosowania materiałów odpadowych poziom toksyczności gleby był zbliżony lub nawet mniejszy niż gleby nie nawożonej odpadami. Potwierdza to zatem możliwość rolniczego zagospodarowania pofermentu i skały karbońskiej bez ryzyka negatywnego oddziaływania na agroekosystem [II A 2, zał. 4].

Ważną kwestią decydującą o wartości nawozowej odpadów jest zbadanie, jak stosowane materiały wpłyną na plonowanie roślin oraz jakość i zdrowotność zebranego plonu. Badania z tego zakresu prowadzono w ramach trzyletniego eksperymentu polowego, w którym badano możliwość corocznego wnoszenia pofermentu z biogazowni (PF – w dawce  $5,1 \text{ t SM} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), skały karbońskiej z kopalni węgla kamiennego (SK – w ilości  $155 \text{ t SM} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i łącznego stosowania tych odpadów (SK + PF) pod pszenicę ozimą i rzepak ozimy. W doświadczeniu oceniano poziom plonowania i wartość odżywcza roślin, a także zawartość metali ciężkich w glebie i zebranych plonie. Odpady wnoszono do gleby bielcowej podczas jesiennej uprawy przedsiewnej. Efekt działania pofermentu i skały karbońskiej porównywano z nawożeniem konwencjonalnym NPK ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ : 120 N, 44 P, 99,6 K) oraz obiektem, w którym nie stosowano nawozów. Wykazano, że zastosowane materiały odpadowe, w porównaniu z obiektem nie nawożonym, powodowały zwiększenie poziomu plonowania pszenicy ozimej. Okazały się jednak mniej efektywne niż nawożenie NPK. Spośród ocenianych wariantów nawożenia odpadami, najbardziej korzystny wpływ na plonowanie pszenicy ozimej miało łączne zastosowanie pofermentu i skały karbońskiej (SK + PF). Plony ziarna w tym obiekcie we wszystkich latach badań były istotnie wyższe, niż gdy odpady aplikowano oddzielnie. Zastosowanie PF i SK+PF, w porównaniu z obiektem kontrolnym i nawożonym konwencjonalnie, przyczyniło się do zwiększenia zawartości białka, glutenu i związków fenolowych w ziarnie pszenicy ozimej oraz korzystnie wpłynęło na zdolności przeciwutleniające. Interesujące wyniki badań uzyskano w odniesieniu do metali ciężkich. Wykazano, że nawożenie NPK zmniejszyło indeks bioakumulacji Zn, B, Cd, i Mn w ziarnie pszenicy ozimej, natomiast łączne stosowanie pofermentu i skały karbońskiej ograniczyło pobranie Cu, Sr, Pb, Co, Ba i Cr. Jednocześnie nie stwierdzono przekroczenia krytycznych zawartości metali ciężkich w glebie, jak i w ziarnie. Wyniki badań z tego eksperymentu zostały zaprezentowane podczas Międzynarodowej Konferencji „Biological Waste as Resource” w 2017 r. w Hong Kongu oraz opublikowane w czasopiśmie z bazy JCR [II A 7; II D 51, zał. 4].

W doświadczeniu z rzepakiem ozimym w pierwszym i drugim roku badań największy efekt plonotwórczy miało zastosowanie nawożenia konwencjonalnego, jednak w trzecim



roku najwyższy plon nasion i tłuszczu uzyskano stosując SK+PF. Nawożenie odpadami zwiększyło zawartość glukozyolanów w nasionach rzepaku ozimego, nie stwierdzono natomiast istotnych kierunkowych zmian w składzie kwasów tłuszczowych. Pod wpływem pofermentu z biogazowni i skały karbońskiej nie obserwowano zwiększenia zawartości metali ciężkich w nasionach rzepaku ozimego oraz w glebie w porównaniu z obiektem, gdzie stosowano nawożenie konwencjonalne NPK oraz z obiektem nie nawożonym. Łączne zastosowanie testowanych materiałów odpadowych zmniejszyło istotnie indeks bioakumulacji Cu, Sr, Cr, Ba i Pb w odniesieniu do kontroli i obiektu z masą pofermentacyjną [II A 10; II D 49, zał. 4].

## 6. Podsumowanie dorobku naukowego

Moja dotychczasowa praca naukowo-badawcza została udokumentowana 79 opracowaniami naukowymi (wraz z 2 pracami przyjętymi do druku), wśród których 40 pozycji to oryginalne prace twórcze (25 w języku angielskim). Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania prac wynosi **464** (z uwzględnieniem prac przyjętych do druku – **499 pkt**), natomiast według aktualnie obowiązującej punktacji odpowiednio **623** i **658** pkt.

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

- Liczba publikacji naukowych w bazie Web of Science = **12**
- Sumaryczny *Impact Factor* według listy *Journal Citation Reports* = **14,576**
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science = **57** (bez autocytowań **48**)
- Indeks Hirscha według bazy Web of Science = **5**

W uznaniu oryginalnych i twórczych osiągnięć w działalności naukowej zostałam wyróżniona przez Jego Magnificencję Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie nagrodą zespołową II stopnia za lata 2010-2011 oraz nagrodą indywidualną III stopnia za lata 2013-2015.

Prowadziłam badania z zakresu rolnictwa ekologicznego realizując projekty badawcze finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

- 2010 r. – projekt nr RR-re-029-11-2782/10 (**główny wykonawca**).
- 2011 r. – projekt nr PKre-029-16-13/11(154) (**główny wykonawca**).
- 2013 r. – projekt nr PKre-029-28-28/13(702) (**kierownik**).
- 2014 r. – projekt nr HORE-029-16-12/14(82) (**główny wykonawca**).
- 2015 r. – projekt nr HORre-msz-0780-13/15(485) (**główny wykonawca**).
- 2017 r. – projekt nr HOR.re.027.7.2017(**wykonawca**).

Moje doświadczenie naukowe znalazło uznanie w międzynarodowym środowisku naukowym, o czym świadczą zaproszenia do wykonania recenzji dla czasopism naukowych wyróżnionych w *Journal Citation Reports* (JCR) (5 recenzji).

Za ważny aspekt mojej działalności uznaję starania w popularyzowaniu wyników badań poprzez aktywny udział w licznych konferencjach. Upowszechnianie wyników badań realizowałam również w ramach współpracy z praktyką rolniczą, czego wyrazem było wdrożenie wyników badań w formie aplikacji produktu w 58 gospodarstwach na terenie woj. lubelskiego, podkarpackiego, podlaskiego i mazowieckiego.

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego według rodzaju publikacji

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	Sumaryczny IF	Suma punktów w roku wydania	Suma punktów wg aktualnie obowiązującej punktacji
Czasopisma posiadające współczynnik wpływu IF, wyróżnione w Journal Citation Reports (lista A)	12 (14) <sup>1</sup>	14,576 (15,750) <sup>1</sup>	269 (304) <sup>1</sup>	275 (310) <sup>1</sup>
Czasopisma nieposiadające współczynnika wpływu IF, (lista B)	26	-	146	293
Monografie naukowe w języku polskim	2	-	45	50
Rozdziały monografii naukowych w języku polskim	1	-	4	5
Raporty z badań	6	-	-	-
Materiały konferencyjne	26	-	-	-
Artykuły popularno-naukowe	3			
Pozostałe prace	1	-	-	-
<b>RAZEM:</b>	<b>77</b> (79) <sup>1</sup>	<b>14,576</b> (15,750) <sup>1</sup>	<b>464</b> (499) <sup>1</sup>	<b>623</b> (658) <sup>1</sup>
- w tym osiągnięcie	8	2,518	95	120
- w tym po doktoracie z osiągnięciem	70 (72) <sup>1</sup>	14,576 (15,750) <sup>1</sup>	456 (491) <sup>1</sup>	600 (635) <sup>1</sup>
- w tym po doktoracie bez osiągnięcia	62 (64) <sup>1</sup>	12,058 (13,232) <sup>1</sup>	361 (396) <sup>1</sup>	505 (480) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Łącznie z dwiema pracami w druku

Tabela 2. Zestawienie dorobku naukowego według udziału habilitantki w publikacji

Rodzaj publikacji	Prace samodzielne	Pierwszy autor lub autor korespondencyjny	Drugi autor	Trzeci lub dalszy autor	Razem
Oryginalne prace twórcze	5 (6) <sup>1</sup>	19 (20) <sup>1</sup>	6	8	38 (40) <sup>1</sup>
Monografie lub rozdziały w monografiach	-	1	-	2	3
<b>Razem</b>	<b>5 (6)<sup>1</sup></b>	<b>20 (21)<sup>1</sup></b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>43</b>

<sup>1</sup> – Łącznie z dwiema pracami w druku

Tabela 3. Zestawienie dorobku naukowego według tytułów czasopism naukowych

Czasopismo	Liczba publikacji	Sumaryczny IF	Suma punktów w roku wydania	Suma punktów wg aktualnie obowiązującej punktacji
Czasopisma posiadające współczynnik wpływu IF, wyróżnione w bazie JCR (lista A)				
Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus <sup>1</sup>	1		9	20
Agriculture and Food Science	1	0,860	30	30
Applied Ecology and Environmental Research	1	0,681	15	15
Cereal Chemistry	1	1,231	25	25
Chemosphere	1	4,208	35	35
Environmental Science and Pollution Research	1	2,760	30	30
Journal of Animal and Plant Sciences <sup>2</sup>	1	0,381	20	20
Journal of Elementology	2	1,284	30	30
Plant Soil Environment	2	2,264	55	50
Polish Journal of Environmental Studies <sup>2</sup>	1	0,793	15	15
Zemdirbyste-Agriculture	2	1,288	40	40
<b>RAZEM</b>	<b>12</b> (14) <sup>3</sup>	<b>14,576</b> (15,750) <sup>3</sup>	<b>269</b> (304) <sup>3</sup>	<b>275</b> (310) <sup>3</sup>
Czasopisma nieposiadające współczynnika wpływu IF (lista B)				
Acta Agrobotanica	5	-	35	70
Acta Agrophysica	1	-	4	14
Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura	3	-	20	33
Annales UMCS, Sec. E/Agronomy Science	5	-	35	45
Biuletyn IHAR	1	-	4	6
Fragmenta Agronomica	1	-	12	12
Herba Polonica	1	-	6	14
Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin	5	-	26	60
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	3	-	4	39
Żywność. Nauka Technologia Jakość	1	-	0	0
<b>RAZEM</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>146</b>	<b>293</b>

<sup>1</sup> – Czasopismo indeksowane w bazie JCR, ale IF dla czasopisma został przypisany w 2009r.

<sup>2</sup> – Praca po pozytywnej recenzji przyjęta do druku

<sup>3</sup> – Łącznie z dwiema pracami w druku

## 7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną

Znaczącą część mojej pracy stanowią zajęcia dydaktyczne realizowane w wymiarze co najmniej 240 godzin rocznie. Samodzielnie opracowałam i prowadziłam wykłady i ćwiczenia z następujących przedmiotów: *ekologia* (kierunki: bioinżynieria, towaroznawstwo, turystyka i rekreacja), *ekologia i ochrona przyrody* (kierunek: dietetyka), *ekofilozofia* (kierunki: rolnictwo, inżynieria środowiska, gospodarka przestrzenna, bioinżynieria), *antropogeniczne zagrożenia biosfery* (kierunek: turystyka i rekreacja), *zrównoważony rozwój obszarów wiejskich* (kierunek: gospodarka przestrzenna), *etyka środowiskowa* (kierunek: gospodarka przestrzenna), *zrównoważony rozwój i zagrożenia biosfery* (kierunki: inżynieria środowiska, agrobiznes), *technologie informatyczne* (kierunek: turystyka i rekreacja). Ponadto prowadziłam ćwiczenia z przedmiotów: *ekologia* (kierunek rolnictwo), *ochrona środowiska* (kierunek leśnictwo), *przyrodnicze uwarunkowania gospodarki przestrzennej* (kierunek gospodarka przestrzenna), *ekologia zbiorowisk roślinnych* (kierunek rolnictwo), *seminaria dyplomowe* (kierunek rolnictwo), *agroekologia* (kierunek rolnictwo w Instytucie Nauk Rolniczych w Zamościu). Prowadzę również wykłady i ćwiczenia z *ekologii i rolnictwa ekologicznego* w ramach studiów podyplomowych „Studia Rolnicze dla Absolwentów Kierunków Nierolniczych”.

W 2006 r. brałam udział w projekcie „Opracowanie programu nauczania do kształcenia na odległość na kierunku Rolnictwo”, którego celem było przygotowanie do prowadzenia studiów z wykorzystaniem platformy internetowej oraz upowszechnienie kultury e-learningowej. Ponadto jestem współautorką wykładów z przedmiotu Agroekologia i ochrona środowiska, opracowanego w ramach projektu nr KSI-POKL.04.01.01.-00-232/08 pt. „Program unowocześniania kształcenia w SGGW dla zapewnienia konkurencyjności oraz wysokiej kompetencji absolwentów”.

W 2010 r. odbyłam wizytę studyjną w University of Natural Resources and Applied Life Sciences w Wiedniu, której celem było zapoznanie z zasadami organizacji i obsługi e-learningu na Uniwersytecie, ze szczególnym uwzględnieniem pracy moderatorów i administratorów koordynujących poszczególne kursy zamieszczone na platformach kształcenia internetowego, zarówno od strony merytorycznej, jak i technicznej.

Dbając o wysoki poziom jakości procesu dydaktycznego podnosiłam swoje kwalifikacje uczestnicząc w kursach i szkoleniach:

- 2007 r. – „Organizmy genetycznie zmodyfikowane” – usługa szkoleniowa w ramach Transition Facility 2004/016-829.03.01.
- 2009 r. – szkolenie dotyczące prowadzenia zajęć metodą e-learningową (projekt nr KSI-POKL.04.01.01.-00-232/08)
- 2010 r. – szkolenie „Z nauki do gospodarki” (POKL.08.02.01-06-030/09), którego celem było podniesienia poziomu wiedzy z zakresu przedsiębiorczości akademickiej typu spin off/spin out.

Przejawem mojego zaangażowania w działalność dydaktyczną na Uczelni była coroczna opieka w roli promotora nad studentami pierwszego i drugiego stopnia, zarówno studiów

stacjonarnych, jak i niestacjonarnych. W latach 2008-2018 byłam opiekunem naukowym 42 dyplomantów. Ponadto w 2017 r. zostałam powołana na promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Gierasimiuka nt. „Wpływ podpowierzchniowego wnoszenia nawozów mineralnych na plonowanie wybranych roślin uprawnych w warunkach uprawy bezpłużnej” – planowana obrona 2018r.

Moje zaangażowanie w działalność dydaktyczną przejawia się również tym, iż aktywnie włączam się w prace Rad Programowych na Wydziale Agrobiotechnologii. W 2009 roku byłam członkiem Rady Programowej kierunku Ekonomia. W 2011 roku zostałam włączona do zespołu przygotowującego dokumentację na potrzeby Polskiej Komisji Akredytacyjnej wizytującej kierunek rolnictwo. Od 2016 r. jestem członkiem Rady Programowej kierunku Agrobiznes. Moja działalność w Radzie polega na wykonywaniu zadań będących wyrazem dbałości o wysoką jakość kształcenia, opiniowania proponowanych zmian w planach studiów, zatwierdzania tematów prac dyplomowych czy organizacji *Dni Kierunku*. W 2017 roku aktywnie pracowałam w zespole przygotowującym Raport Samooceny dla PKA na kierunku Agrobiznes.

Ważnym aspektem mojej pracy jest coroczna organizacja eliminacji szkolnych i okręgowych Olimpiady Wiedzy i Umiejętności Rolniczych dla uczniów szkół średnich z terenu województw: lubelskiego, podkarpackiego i świętokrzyskiego. W latach 2007–2014 byłam członkiem lub przewodniczącą jury Olimpiady (blok: produkcja roślinna), a od 2015r. jestem sekretarzem Komitetu Okręgowego OWiUR. Dużym osiągnięciem było zorganizowanie w 2017 roku eliminacji centralnych Olimpiady w 11 blokach tematycznych, w których wzięło udział 238 uczniów szkół średnich z całej Polski.

W ramach popularyzowania nauki aktywnie uczestniczyłam w Lubelskim Festiwalu Nauki (lata 2009–2013 i 2017r.). Ponadto brałam udział w organizacji trzech konferencji naukowych, w tym jednej międzynarodowej. Za działalność organizacyjną zostałam dwukrotnie wyróżniona nagrodą przyznaną przez JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Lublin, 24.05.2018r.

