

AUTOREFERAT PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

Dr inż. Piotr Kuźniar

UNIwersytet Rzeszowski

Wydział Biologiczno-Rolniczy

Katedra Inżynierii Produkcji
Rolno-Spożywczej

RZESZÓW 2019

SPIS TREŚCI

1. Dane personalne	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowy	3
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311):	4
a. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
b. Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe	4
c. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników	6
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	18
6. Podsumowanie dorobku naukowego	27
7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną.....	30

1. Dane personalne

Imię i Nazwisko

Piotr Kuźniar

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

Mgr inż. Magisterskie studia stacjonarne 1988-1993r. Akademia Rolnicza w Krakowie, Wydział Techniki i Energetyki Rolnictwa, Kierunek Mechanizacja Rolnictwa. Tytuł pracy magisterskiej: *Badania wstępne nad opracowaniem metody szybkiej diagnostyki oleju silnikowego.*

Promotor: dr inż. Jerzy Langman.

Dr nauk rolniczych w zakresie inżynierii rolniczej - agrofizyka i fizyka materiałów roślinnych. 30.11.2000. Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydziału Techniki Rolniczej. Tytuł pracy doktorskiej: *Wpływ wybranych czynników na podatność strąków fasoli na pękanie w aspekcie mechanicznego zbioru.*

Promotor: dr hab. inż. Stanisław Sosnowski

Recenzenci: prof. dr hab. Józef Kowalczyk

prof. dr hab. Bogusław Szot

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

05.1994-01.2001 r. - asystent naukowo-dydaktyczny w Katedrze Technologii Produkcji Rolniczej, a następnie Zakładzie Mechanizacji Rolnictwa, Wydział Ekonomii w Rzeszowie, Akademia Rolnicza w Krakowie

02.2001-01.2013 r. - adiunkt naukowo-dydaktyczny w Katedrze Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydział Ekonomii w Rzeszowie, Akademia Rolnicza w Krakowie a następnie Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

02.2013 r. do obecnie - starszy wykładowca w Katedrze Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

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

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Agrotechniczne i agrofizyczne aspekty oceny wybranych właściwości mechanicznych surowców roślinnych i produktów żywnościowych

b) Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe:

1. **Kuźniar P.**, Sosnowski S. 2006. Energy necessary to open bean pods in various nitrogen fertilization levels. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. VIA: 123-127.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, zestawieniu i analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 95%.

2. **Kuźniar P.**, Sosnowski S. 2010. Energia otwarcia strąków fasoli a właściwości wybranych elementów ich budowy. MOTROL - Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. 12, 99-107.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 95%.

3. **Kuźniar P.** 2011. Energia otwarcia strąków fasoli przy zróżnicowanym nawożeniu azotem. Inżynieria Rolnicza. 9(134): 109-115.

(wg MNiSW – 5 pkt)

Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 100%.

4. **Kuźniar P.** 2012. Energy of bean pods opening with phosphorous fertilization. TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 12(1): 131-134.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 100%.

5. **Kuźniar P.** 2012. Influence of mineral fertilization on mechanical properties of the chosen elements of bean pod inner structure. TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 12(1): 135-141.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na stworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 100%.

6. **Kuźniar P.**, Gorzelany J. 2013. Energy of bean pod opening and strength properties of selected elements of their structure. TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 13(2): 53-58.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 95%.

7. **Kuźniar P.**, Jarecki W., Gorzelany J., Sosnowski S., Bobrecka-Jamro D. 2015. Wpływ nawożenia azotem na wybrane właściwości mechaniczne nasion soi. MOTROL Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 17(4): 181-185.

(wg MNiSW – 6 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 70%.

8. **Kuźniar P.**, Jarecki W., Gorzelany J., Matłok N., Bobrecka-Jamro D. 2015. Influence of sowing date and foliar fertilization of selected mechanical properties of seed of annual yellow lupine (*Lupinus luteus* L). TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 15(4): 79-84.

(wg MNiSW – 8 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 70%.

9. **Kuźniar P.**, Szpunar-Krok E., Findura P., Buczek J., Bobrecka-Jamro D. 2016. Physical and chemical properties of soybean seeds determine their susceptibility to mechanical damage. Zemdirbyste-Agriculture. 103(2): 183-192. DOI 10.13080/z-a.2016.103.024

(wg MNiSW – 20 pkt, IF 0,644)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 70%.

10. **Kuźniar P.**, Jarecki W., Sosnowski S., Bobrecka-Jamro D, Matłok N., Migut D. 2016. The Effect of Different Sowing Rate, Foliar Fertilization and Chemical Composition on the Mechanical Properties of Narrow-Leaved Lupine Seeds (*Lupinus angustifolius* L.). TEKA Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. 16(4), 43-48.

(wg MNiSW – 8 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 70%.

11. **Kuźniar P.**, Jarecki W., Gorzelany J., Matłok N., Migut D., Bobrecka-Jamro D. Wpływ warunków klimatycznych i nawożenia azotem na wybrane właściwości nasion bobiku. „Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania”. 2016, 132-141.

(wg MNiSW – 4 pkt)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury napisaniu manuskryptu i pełnieniu funkcji autora korespondencyjnego. Mój udział szacuję na 75%.

12. Sobczyk A., Pycia K., Stankowski S., Jaworska G. **Kuźniar P.** 2017. Evaluation of the rheological properties of dough and quality of bread made with the flour obtained from old

cultivars and modern breeding lines of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Journal of Cereal Science. 77: 35-41

(wg MNiSW – 30 pkt, IF 2,302)

Mój wkład polegał na współtworzeniu koncepcji badań i metodyki badań właściwości mechanicznych pieczywa, wykonaniu pomiarów, analizie uzyskanych wyników, zebraniu literatury, współautorskim przygotowaniu tekstu manuskryptu. Mój udział szacuję na 40%.

Suma punktów według wykazu MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania **107**. Sumaryczny IF publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego według roku opublikowania wynosi **2,946**. Oświadczenia współautorów ww. publikacji o ich indywidualnym wkładzie stanowi Załącznik nr 6.

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

1. WSTĘP

Wiedza o morfologicznych i fizycznych właściwościach płodów rolnych i produktów żywnościowych jest potrzebna przy projektowaniu urządzeń do zbioru, transportu, składowania i przetwarzania. Stan materiałów pochodzenia roślinnego decyduje o doborze właściwych parametrów wielu procesów technologicznych przed zbiorem, w okresie zbioru oraz podczas obróbki pozbiorowej, pomaga przy ich modelowaniu i optymalizacji. Wiedza ta jest również wykorzystywana do oceny ich jakości oraz przy opracowywaniu i optymalizacji agrotechniki uprawy nowych gatunków czy odmian roślin. Właściwości fizyczne surowców i produktów roślinnych to cechy typowe, charakterystyczne dla danego gatunku i zależą od wielu czynników takich jak wilgotność, miejsce uprawy, rok uprawy, czy odmiana (Horabik 2014).

Rozwój wiedzy o żywności i żywieniu wykazuje, że zdrowie ludzi w dużym stopniu zależy od tego co spożywają. Zaleca się zwiększenie w diecie udziału produktów roślinnych z równoczesnym ograniczeniem spożycia białka i tłuszczów zwierzęcych. Rosnąca popularność żywności ekologicznej i wegetariańskiej wiąże się ze zwiększeniem zapotrzebowania na wysokobiałkowe surowce, jakimi są rośliny bobowate grubonasienne (strączkowe). Zawartość białka w ich nasionach jest największa ze wszystkich roślin uprawnych. W plonie głównym w częściach podziemnych roślin okopowych jest go od 1 do 2%, w ziarnie zbóż od 9 do 18%, natomiast w nasionach roślin strączkowych stanowi ponad 20% (fasola 17-32%, groch 20-34%, soja 27-40%) (Kozłowska i Troszyńska 1995, Lampart-Szczapa 1997). Zawartość skrobi w ziarnach fasoli, grochu, bobu wynosi ok. 40 %, a nie ma jej w ziarnach soi. Nasiona strączkowych są dobrym źródłem witamin z grupy B, jak B₁-tiaminy, B₂-ryboflawiny, B₆-pirodoksyny i niacyny, oraz wielu makro- i mikroelementów, głównie potasu, wapnia, magnezu, fosforu, żelaza, miedzi, cynku i siarki. Świeże nasiona są również źródłem β-karotenów i witaminy C (Milczak i in. 1996, Szyrmer i Boros 1996).

Rośliny strączkowe wywierają również korzystny wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, co sprawia, że są niezbędnym składnikiem w płodozmianie – ze względów fitosanitarnych, fitomelioracyjnych, ochrony środowiska naturalnego i ekonomicznych. Użyźniają one glebę, wzbogacają w masę organiczną i azot (silna budowa systemu

korzeniowego i wiązanie azotu atmosferycznego), podnoszą jej sprawność i kulturę. Są one dobrym przedplonem dla większości roślin uprawnych. Zastępują częściowo obornik i nawozy azotowe, przez to znacznie obniżają koszty produkcji następnych roślin uprawnych w płodozmianie (Buraczyńska i Ceglarek 2008, Książek 2000).

Mechaniczny zbiór nasion roślin strączkowych w porównaniu m.in. do zbożowych jest szczególnie utrudniony. Wynika to głównie z niekorzystnych cech agrofizycznych i biologicznych, takich jak wrażliwość nasion na uszkodzenia mechaniczne, oraz znaczna podatność ich strąków na pękanie i osypywanie się nasion, zarówno przed, jak i w trakcie zbioru. Dochodzi więc do powstawania strat ilościowych (zmniejszenia plonu) i jakościowych (uszkodzeń mechanicznych nasion, przez co wykazują one obniżoną zdolność i siłę kiełkowania, słabe wschody, mniejszy plon i gorszą jego jakość) (Furtak i Zaliwski 1986, Kuźniar i Sosnowski 2003).

Podatność strąków na pękanie jest uwarunkowana ich budową anatomiczno-morfologiczną, a zwłaszcza strukturą ich endokarpium, w którym występuje warstwa włókien zbudowana z silnie zgrubiałych komórek sklerenchymatycznych ułożonych ukośnie do osi owocu. W wyniku różnego ułożenia mikrofibryli w ścianach komórkowych, w trakcie wysychania kurczą się one w różnych kierunkach i dochodzi do pękania strąka wzdłuż szwu brzuszego i grzbietowego. Z elementów budowy wewnętrznej strąków największe znaczenie ma zawartość i struktura włókna w wiązkach przewodzących i ściankach ich łupin (Dorna i Ducznal 1994, Esau 1973, Hejnowicz 2019, Kuźniar i Strobel 2000, Strobel 2003, Tomaszewska 1954). Podatność strąków na pękanie jest także uwarunkowana ich kształtem w płaszczyźnie przekroju poprzecznego (Szwed i in. 1997, Kuźniar i Sosnowski 2002).

Uszkodzenia mechaniczne nasion roślin strączkowych wynikają głównie z występowania w nich dwóch liścieni, pomiędzy którymi, przy niskich zawartościach wody, może powstać szczelina, przez co łatwo m.in. rozpadają się na połowki (Bieganowski 1995, Żabiński 2006, Żabiński i Mudryk 2009). Istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń nasion ma również ich wilgotność, która wpływa na elastyczność i odporność na uszkodzenia nie tylko liścieni, ale także okrywy nasiennej (Dobrzański i Rybczyński 1996, Dobrzański 1998, Hebda i Frączek 2005, Romański 2004, Sosnowski i Kuźniar 1999). Nasiona o wilgotności do 8% zostają uszkodzone przy niewielkim odkształceniu na skutek pęknięcia liścieni, zaś przy wilgotnych powyżej 20% wewnątrz ich jest deformowane, a uszkodzeniu ulega okrywa. Na proces odkształcania nasiona duży wpływ mają także jego właściwości, jak sprężystość związana z pierwszym i lepkość z następnymi etapami zgniatania (Dobrzański 1997 i 1998).

Znaczny wpływ na powstawanie uszkodzeń nasion ma również ich wielkość i kształt, grubość okrywy nasiennej i skład chemiczny (Dobrzański 1998, Frączek i in. 2005). Dorrel i Adams (1969) wykazali, że odporność na uszkodzenia nasion bardzo istotnie spada wraz ze wzrostem ich masy. Podobną prawidłowość stwierdzili Kuźniar i in. (2013) dla badanych roślin strączkowych. Odmiany, których nasiona miały większą masę i grubość były mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne. Także wzrost masy ich nasion powodował zwiększenie ich odporności na uszkodzenia, natomiast wzrost grubości nasion wpłynął na zmniejszenie odkształcania.

2. CEL I HIPOTEZA PRAC BADAWCZYCH

Celem badań przedstawionych w cyklu publikacji powiązanych tematycznie, stanowiących osiągnięcie naukowe było określenie wpływu technologii uprawy i warunków klimatycznych na wybrane właściwości mechaniczne strąków i nasion roślin bobowatych grubonasiennych (strączkowych) w aspekcie ograniczenia strat w czasie zbioru i obróbki pozbiorowej oraz wpływu technologii uprawy orkiszu na teksturę chleba orkiszowego.

Realizacja ogólnego celu pracy była możliwa dzięki sformułowaniu szczegółowych celów badań, polegających na ocenie wpływu:

- nawożenia przedsiewnego i dolistnego na właściwości mechaniczne wybranych elementów budowy strąków roślin strączkowych decydujących o ich podatności na pękanie,
- nawożenia przedsiewnego i dolistnego oraz gęstości i terminu siewu na właściwości mechaniczne nasion roślin strączkowych decydujących o ich podatności na uszkodzenia,
- warunków klimatycznych, wilgotności i składu chemicznego nasion na ich właściwości mechaniczne,
- technologii uprawy i odmiany orkiszu najbardziej predysponowanej do produkcji chleba o jakości odpowiadającej pieczywu pszennemu.

W pracy sformułowano następujące hipotezy badawcze:

H1: Właściwości mechaniczne elementów budowy strąków roślin strączkowych decydujących o ich podatności na pękanie zależą od technologii produkcji.

H2: Właściwości mechaniczne nasion roślin strączkowych i chleba zależą od technologii produkcji i czynników klimatycznych.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

3.1. Wpływ nawożenia mineralnego na właściwości mechaniczne wybranych elementów budowy wewnętrznej łupiny strąków roślin bobowatych grubonasiennych (publikacje 1, 2, 4, 5, 6)

Określono grubość łupiny strąka, oraz występującej w niej warstwy włókien i warstwy miękkiszowej (parenchyma), a także grubość, szerokość i pole przekroju poprzecznego wiązek sklerenchymatycznych szwu brzuszego i szwu grzbietowego. Dla wyżej wymienionych elementów budowy strąków fasoli wyznaczono naprężenie niszczące, umowny moduł sprężystości i odkształcenie względne.

Strąki (**publikacja 2 i publikacja 6**) odmian fasoli Narew, Nida, Warta i Wawelska z grubszą warstwą włókien, łupiną i parenchymą oraz z większym stosunkiem grubości parenchymy i warstwy włókien były bardziej odporne na pękanie, gdyż wymagały do otwarcia większej energii. Potwierdzają to bardzo wysokie współczynniki korelacji energii otwarcia strąków z grubością: łupiny (0,712), parenchymy (0,715) i warstwy włókien (0,705) oraz ze stosunkiem grubości parenchymy i warstwy włókien (0,802). Dodatnia korelacja energii otwarcia strąków badanych odmian fasoli z grubością warstwy włókien wskazuje, że im jest

ona grubsza, tym strąki trudniej się otwierają. Natomiast łatwiejsze otwieranie się strąków z grubszą warstwą włókien, stwierdzono w badaniach nad strąkami łubinu (Tomaszewska 1954, Tomaszewski 1953) i komonicy zwyczajnej (Moś 1983), oraz łuszczynami rzepaku (Tomaszewska 1964). Może to oznaczać, że o podatności na pękanie strąków badanych odmian fasoli decydują w większym stopniu inne ich cechy, np. budowa komórek tej warstwy, które wg Tomaszewskiej (1954) im są delikatniejsze i mają cieńsze ścianki, tym pękanie jest słabsze. Bardzo wysoka korelacja energii otwarcia z grubością parenchymy i ze stosunkiem grubości parenchymy i warstwy włókien potwierdza wnioski wymienionych badaczy, że im grubsza jest ta część łupiny strąka w stosunku do grubości warstwy włókien, to owoce te trudniej pękają.

Energia otwarcia strąków badanych odmian fasoli (**publikacja 6**) była skorelowana wysoko (0,505) z naprężeniem niszczącym warstwę włókien oraz przeciętnie z jej odkształceniem (0,391) i umownym modułem sprężystości (0,358), czyli mniej podatne na pękanie są strąki, których warstwa włókien charakteryzuje się większymi wartościami wyznaczonych parametrów wytrzymałościowych. Wykazano także, że potrzebna jest większa energia do otwarcia strąków, których wiązki sklerenchymatyczne szwu grzbietowego są mniej wytrzymałe na rozrywanie, a szwu brzuszego bardziej.

Badania przeprowadzone na strąkach fasoli uprawianej na suche nasiona odmian Narew, Nida, Warta i Wawelska (**publikacja 6**) wykazały, że wiązki szwu brzuszego charakteryzowały się większymi wymiarami, polem przekroju, oraz stosunkiem szerokości i grubości w porównaniu do wiązek szwu grzbietowego, za wyjątkiem odmian Warta i Wawelska, u których nieznacznie grubsza była wiązka szwu grzbietowego. Statystycznie istotnie szersze wiązki szwu brzuszego były u wszystkich badanych odmian. Natomiast istotnie większą powierzchnią przekroju poprzecznego wiązki szwu brzuszego charakteryzowały się jedynie strąki odmiany Narew, a stosunek szerokości i grubości wiązek szwu brzuszego był istotnie większy u odmian Narew i Wawelska. Za wyjątkiem szerokości wiązki szwu grzbietowego największe wymiary i pole przekroju poprzecznego tych wiązek wystąpiły u strąków odmiany Narew, a najmniejsze u strąków Warty. Wiązki szwu grzbietowego odznaczały się istotnie większym naprężeniem niszczącym, odkształceniem i umownym modułem sprężystości od wiązek szwu brzuszego, z wyjątkiem odmiany Wawelska, u której nieznacznie większą wartość miał moduł sprężystości wiązki szwu brzuszego. Wiązki sklerenchymatyczne szwu brzuszego największą wytrzymałością na rozerwanie i odkształceniem charakteryzowały się u strąków odmiany Warta, natomiast największym modułem sprężystości u strąków odmiany Wawelska. Najmniejszym naprężeniem, odkształceniem i modułem sprężystości charakteryzowały się wiązki szwu brzuszego strąków Nidy. Najmniejsze naprężenie i moduł dla wiązek szwu grzbietowego odnotowano u strąków odmiany Warta a odkształcenie u odmiany Narew. Dla wiązek szwu grzbietowego największe naprężenie odnotowano u strąków odmiany Wawelska, odkształcenie u strąków odmiany Nida, a moduł sprężystości u odmiany Narew.

Energia otwarcia strąków była dodatnio skorelowana z parametrami wytrzymałościowymi wiązek szwu brzuszego, w tym bardzo wysoko z naprężeniem niszczącym (0,705) i umownym modułem sprężystości (0,895) i przeciętnie z odkształceniem (0,346). Oznacza to, że strąki odmian fasoli, których wiązki sklerenchymatyczne szwu brzuszego charakteryzują się większymi wartościami analizowanych parametrów wytrzymałościowych potrzebują do

otwarcia większej energii, czyli są mniej podatne na pękanie. Współczynniki korelacji wartości energii otwarcia z naprężeniem niszczącym (-0,248) i odkształceniem (-0,781) wiązek szwu grzbietowego były ujemne zaś z modułem sprężystości dodatnie (0,589), czyli potrzeba większej energii do otwarcia strąków, których wiązki sklerenchymatyczne szwu grzbietowego są mniej wytrzymałe na rozrywanie i ulegają mniejszym odkształceniom oraz charakteryzują się większym modułem sprężystości.

Strąki fasoli odmian Narew, Nida, Warta i Wawelska charakteryzowały się większą szerokością i grubością wiązek szwu brzuszno i grzbietowego po zastosowaniu nawożenia fosforowego w stosunku do nawożenia azotowego (**publikacja 5**). Wpływ zastosowanych dawek azotu na grubość i szerokość wiązek szwów strąków fasoli badanych odmian nie był jednoznaczny. Omawiane cechy wiązek szwu brzuszno i grzbietowego miały wartość najmniejszą przy dawce zerowej azotu. Wartości maksymalne osiągnęły przy dawkach azotu 30 i 60 kg·ha⁻¹, zaś przy dawce największej 90 kg·ha⁻¹ nieznacznie się zmniejszyły, ale nadal były większe niż przy zerowej dawce azotu. Warstwa włókien strąków fasoli odmian Narew, Nida i Warta była bardziej wytrzymała na rozrywanie i ulegała większym odkształceniom przy zastosowaniu w ich uprawie nawożenia azotowego. Natomiast moduł sprężystości osiągnął większe wartości przy nawożeniu azotowym tylko dla Narwi i Nidy a mniejsze dla Warty i Wawelskiej.

Energia otwarcia strąków Narwi i Nidy zmniejszyła się ze wzrostem ilości zastosowanego azotu (**publikacja 1**) od 0 do 90 kg·ha⁻¹ odpowiednio o ok. 64 i 50%. U odmiany Warta najniższą wartość energii otwarcia stwierdzono przy dawce 30 kg·ha⁻¹. Dalsze zwiększanie ilości azotu spowodowało nieznaczny wzrost tej energii i przy dawce 90 kg·ha⁻¹ strąki otwierały się przy energii mniejszej niż przy dawce zerowej, czyli były nadal bardziej podatne na pękanie. Zależność energii otwarcia strąków od dawki nawozów azotowych miała charakter funkcji liniowej. Największy wpływ nawożenia na wzrost podatności strąków na pękanie wystąpił u odmiany Narew, a najmniejszy u odmiany Warta. U tych odmian zwiększenie dawki azotu o 1 kg spowodowało średni spadek energii potrzebnej do otwarcia ich strąków odpowiednio o 22 mJ i 6,1 mJ.

Stwierdzono, że ze wzrostem dawki fosforu od 0 do 120 kg·ha⁻¹ (**publikacja 4**) zmniejszyła się energia potrzebna do otwarcia strąków fasoli Narew (od 328,6 do 202,4 mJ), Nida (od 182,5 mJ do 168,9 mJ), Warta (od 231,3 mJ do 230,2mJ) i Wawelska (od 232,0mJ do 214,0 mJ). Zależność energii otwarcia strąków badanych odmian fasoli od dawki fosforu dobrze opisuje funkcja liniowa malejąca dla Narwi, Nidy i Warty, a rosnąca dla Wawelskiej, co wynika ze wzrostu energii otwarcia do 267,6 mJ dla dawki fosforu 80 kg·ha⁻¹. Współczynniki kierunkowe tych równań wskazują, że największy spadek odporności na pękanie wystąpił u strąków odmiany Narew, u której zwiększenie dawki fosforu o 1kg·ha⁻¹ wpłynęło na zmniejszenie wartości energii potrzebnej do ich otwarcia o ponad 0,78 mJ.

W powyższych rozważaniach prezentujących wyniki badań własnych udowodniono słuszność hipotezy H1: głoszącej, że właściwości mechaniczne elementów budowy strąków roślin strączkowych decydujących o ich podatności na pękanie zależą od technologii produkcji.

3.2. Wpływ zróżnicowanego nawożenia przedsiewnego i dolistnego oraz gęstości i terminu siewu na właściwości mechaniczne nasion soi, łubinu i bobiku (publikacja 7, 8, 10, 11)

Właściwości mechaniczne pojedynczych nasion określające ich odporność na uszkodzenia wyznaczono w warunkach obciążeń quasi statycznych za pomocą maszyny wytrzymałościowej Zwick (II.B.16, zał. 4). Jako miarę odporności nasion na obciążenia mechaniczne przyjęto następujące parametry: siła niszcząca (maksymalna siła powodująca zniszczenie nasiona), odkształcenie maksymalne w momencie pęknięcia nasiona, umowny moduł sprężystości, energia niszcząca (energia potrzebna do zgniecenia nasiona). Następnie obliczono odkształcenie względne przy sile niszczącej jako stosunek maksymalnego odkształcenia w momencie pęknięcia nasiona i jego grubości.

W latach 2011-2013 na polu Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu przeprowadzono ocenę wpływu dawki startowej azotu ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) i nawożenia dolistnego preparatem Basfoliar 6-12-6 na wybrane właściwości mechaniczne nasion soi odmiany Aldana (**publikacja 7**). Nawożenie dolistne nieznacznie zwiększyło wyznaczone parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana, czyli ich odporność na uszkodzenia mechaniczne. Podobny wpływ miało również zastosowanie dawki startowej azotu. Siła i energia niszcząca oraz umowny moduł sprężystości nasion soi były największe po zastosowaniu w jej uprawie dawki startowej azotu, a odkształcenie względne niższe. Dla energii i odkształcenia różnice te nie były jednak istotne statystycznie.

Nawożenie dolistne preparatem Basfoliar 6-12-6 wpłynęło na obniżenie wytrzymałości nasion łubinu żółtego (**publikacja 8**). Świadczą o tym nieznacznie większe wartości siły niszczącej dla kontroli (313,1 N) w porównaniu do nawożenia dolistnego (306,0 N) oraz istotnie większe wartości energii (wynoszące odpowiednio 67,6 mJ i 63,1 mJ) i odkształcenia względnego (wynoszące odpowiednio 8,7 % i 8,2 %). Wpływ dokarmiania dolistnego na zmniejszenie parametrów wytrzymałościowych był silniejszy dla nasion odmiany Mister, a słabszy dla nasion odmiany Taper.

Nie wykazano istotnego statystycznie wpływu nawożenia dolistnego preparatem Basfoliar 6-12-6 na odporność na uszkodzenia nasion badanych odmian łubinu wąskolistnego Bojar i Regent (**publikacja 10**) i bobiku Amulet i Granit (**publikacja 11**). Nasiona tych dwóch gatunków roślin strączkowych, gdzie w uprawie zastosowano nawożenie dolistne charakteryzowały się jedynie nieznacznie większą siłą niszcząca, odkształceniem względnym i energią niszcząca oraz nieznacznie mniejszym modułem sprężystości. Zastosowanie w uprawie bobiku dawki startowej azotu ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) wpłynęło na nieznaczny spadek siły i energii niszczącej, oraz nieznaczny wzrost odkształcenia i umownego modułu sprężystości.

Badania wpływu gęstości siewu na odporność na uszkodzenia przeprowadzono dla dwóch odmian łubinu wąskolistnego Bojar i Regent (**publikacja 10**) uprawianych na polach Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Nowym Lublińcu. Zastosowano trzy dawki wysiewu: zalecaną normę, oraz zwiększoną o 25 i 50 %. Zwiększenie ilości wysiewu o 25% nieznacznie zmniejszyło siłę niszcząca i moduł sprężystości a zwiększyło nieznacznie odkształcenie i energię niszcząca. Natomiast przy największej gęstości siewu nieznacznie wzrosła siła niszcząca a zmniejszyły się wartości pozostałych parametrów mechanicznych nasion.

Przeprowadzono również ocenę wpływu terminu siewu (I, II i III dekada kwietnia) na właściwości mechaniczne nasion dwóch odmian łubinu żółtego Mister i Taper (**publikacja 8**)

uprawianych na polach Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Dukli. Nasiona badanych odmian łubinu żółtego z roślin wyrosłych po opóźnionym wysiewie charakteryzowały się większą odpornością na uszkodzenia, gdyż wymagały do zniszczenia większej siły i energii, ale były bardziej podatne na odkształcenie, oraz charakteryzowały się mniejszym modułem sprężystości. Zależność wyznaczonych parametrów mechanicznych nasion łubinu od opóźnienia terminu siewu opisuje funkcja liniowa wyrażona równaniem $y = a x + b$. Większe wartości współczynników nachylenia tych krzywych dla nawożenia dolistnego w porównaniu z kontrolą oznaczają, że zastosowanie nawozu Basfoliar 6-12-6 zwiększyło wpływ opóźnienia siewu na badane parametry mechaniczne nasion łubinu. Należy także zauważyć, że funkcje liniowe opisujące zależność parametrów wytrzymałościowych nasion od opóźnienia terminu siewu charakteryzują się większymi współczynnikami determinacji (R^2) dla nawożenia dolistnego, co oznacza, że zabieg ten spowodował zwiększenie siły tych zależności.

3.3. Wpływ warunków klimatycznych, wilgotności i składu chemicznego na właściwości mechaniczne soi, łubinu i bobiku (publikacje 7, 8, 9, 10, 11)

Właściwości mechaniczne określające odporność na uszkodzenia wyznaczone dla nasion soi Aldana (**publikacja 7**), łubinu żółtego Mister i Taper (**publikacja 8**), łubinu wąskolistnego Bojar i Regent (**publikacja 10**) oraz bobiku Amulet i Granit (**publikacja 11**) były zróżnicowane dla lat badań.

Dla nasion soi Aldana siła niszcząca, odkształcenie względne i energia niszcząca były największe w roku 2013, który charakteryzował się znacznie większą od wielolecia sumą opadów zwłaszcza w maju i czerwcu. Najniższe wartości parametrów wytrzymałościowych odnotowano dla wariantu uprawy bez nawożenia dolistnego w roku 2011, zaś po zastosowaniu nawożenia dolistnego w roku 2012. Umowny moduł sprężystości nasion był natomiast największy w roku 2011, a najmniejszy w roku 2013. Różnice te nie były jednak istotne statystycznie.

Z analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion (**publikacja 8**) łubinu żółtego (Mister i Taper) siła niszcząca, odkształcenie względne i energia były istotnie największe w roku 2013, który charakteryzował się najmniejszą sumą opadów (znacznie mniejszą od wielolecia) i najniższą średnią temperaturą, również mniejszą od wielolecia. Moduł sprężystości osiągnął największą wartość w roku 2011, który był najcieplejszy w okresie badań a także cieplejszy od wielolecia. Natomiast wszystkie analizowane parametry wytrzymałościowe nasion były istotnie najmniejsze w roku 2012, w którym odnotowano największe opady deszczu, jednak nadal były one mniejsze niż dla wielolecia. Rok ten charakteryzował się średnią temperaturą dla okresu od marca do sierpnia $13,6^{\circ}\text{C}$, czyli był cieplejszy od wielolecia o $0,5^{\circ}\text{C}$. Powyższe prawidłowości znalazły odzwierciedlenie w wartościach współczynników korelacji między parametrami wytrzymałościowymi nasion badanych odmian łubinu żółtego a sumą opadów i średnią temperaturą w okresie wegetacji tych roślin. Wszystkie parametry wytrzymałościowe nasion łubinu były skorelowane ujemnie z sumą opadów, z tym dla siły (-0,993), odkształcenia względnego (-0,923) i energii (-0,947)

była to korelacja prawie pełna, a dla modułu sprężystości słaba (-0,272). Za wyjątkiem siły niszczącej wszystkie parametry wytrzymałościowe nasion odmiany Taper były skorelowane dodatnio z średnią temperaturą dla lat 2011-2013. Natomiast dla nasion odmiany Mister jedynie moduł sprężystości był skorelowany dodatnio z średnimi temperaturami dla okresu wegetacji (**publikacja 8**).

Analiza wariancji (ANOVA) wykazała istotny wpływ jedynie roku uprawy i odmiany na wartość analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion łubinu wąskolistnego. Nasiona odmiany Bojar charakteryzowały się istotnie większymi wartościami analizowanych parametrów wytrzymałościowych od nasion odmiany Regent. W roku 2011 nasiona łubinu wąskolistnego charakteryzowały się istotnie największym odkształceniem względnym (12,3%), energią (155,1 mJ) i modułem sprężystości (5143 MPa). Natomiast siła niszcząca była istotnie największa w latach 2011 (387,9 N) i 2013 (386,5 N). Istotnie najmniejszą wartość siły niszczącej (344, 1N) i modułu sprężystości (4557 MPa) odnotowano w roku 2012, natomiast odkształcenia (10,4%) i energii (105,9 mJ) w roku 2013. Rok 2011 charakteryzował się najmniejszą sumą opadów (nieznacznie większą od wielolecia). W roku 2013 odnotowano najwyższą sumę opadów i najniższą temperaturę, zaś w roku 2012 była najwyższa temperatura (**publikacja 10**). Zależność odkształcenia względnego nasion łubinu wąskolistnego od siły ściskania dla trzech lat badań bardzo dobrze opisuje funkcja liniowa. W roku 2013, czyli o największej sumie opadów i niższej średniej temperaturze powietrza w okresie wegetacji nasiona łubinu ulegały mniejszemu odkształceniu względnemu przy ściskaniu taką samą siłą, o czym świadczy mniejszy współczynnik nachylenia (0,026) krzywej opisującej zależność tych analizowanych parametrów, w porównaniu do pozostałych lat badań (0,032).

Odkształcenie względne, siła i energia niszcząca były skorelowane dodatnio z sumą opadów, a ujemnie ze średnią temperaturą powietrza (**publikacja 11**). Oznacza to, że nasiona bobiku były bardziej odporne na uszkodzenia mechaniczne, czyli wymagały do zniszczenia większej siły i pracy, oraz bardziej się odkształcały w latach o większej ilości opadów i o niższej temperaturze powietrza. Natomiast umowny moduł sprężystości był skorelowany ujemnie z sumą opadów, a dodatnio ze średnią temperaturą powietrza. Siła niszcząca, odkształcenie względne przy sile niszczącej i praca tej siły były najlepiej skorelowane z sumą opadów dla okresu od marca do sierpnia a z średnią temperaturą od maja do lipca. Moduł sprężystości był najsilniej skorelowany z sumą opadów w miesiącach czerwiec, lipiec i sierpień (-0,868), a z średnią temperaturą od maja do lipca (0,872).

Zbadano wpływ wilgotności i składu chemicznego na odporność na uszkodzenia mechaniczne nasion siedmiu odmian i trzech rodów soi (uprawianych w 2014 roku na polach Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian Uprawnych w Przecławiu) (**publikacja 9**), oraz składu chemicznego nasion łubinu wąskolistnego odmian Bojar i Regent - uprawianych w latach 2011-2013 na polach Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Nowym Lublińcu (**publikacja 10**) i łubinu żółtego Mister i Taper - uprawianych w latach 2011-2013 na polach Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Dukli (**publikacja 8**). Na wartość analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion statystycznie istotny wpływ miały odmiana soi i wilgotność nasion. Najbardziej podatne na uszkodzenia były nasiona odmiany Herta PZO, które pękały przy najmniejszej sile niszczącej wynoszącej średnio 105,6 N i charakteryzowały się największym odkształceniem (29,2%). Najmniej odkształcały się (16,7%) i pękały przy

najmniejszej energii (71,5 mJ) nasiona odmiany KS-40. Najbardziej odpornymi na uszkodzenia mechaniczne były zaś nasiona odmiany Petrina, które charakteryzowały się największą siłą niszczącą (140,6 N). Największy moduł sprężystości (1721 MPa) odnotowano dla nasion odmiany SP-16, zaś największą energię (142,7 mJ) dla nasion odmiany Aligator.

Ze wzrostem wilgotności nasion od 7 do 19 % istotnie zmniejszyła się siła potrzebna do ich zniszczenia (od 166,1 do 86,2 N) i moduł sprężystości (od 4503 do 196 MPa), a wzrosło odkształcenie (od 4,9 do 52,7 %) oraz energia (od 19,6 do 247,5 mJ). Im mniejszy moduł sprężystości nasiona, tym większy jego współczynnik lepkości i tym mniejsza odporność na uszkodzenia (pęknięcia), powstające podczas oddziaływania sił zewnętrznych (Chigarev 2013). Dla ustalonej i zastosowanej wilgotności nasion 7 % ze względu na odkształcenie i energię badane odmiany nieznacznie się różniły między sobą. Wraz ze wzrostem wilgotności nasion wzrosło również zróżnicowanie między odmianami i najbardziej różniły się one przy maksymalnej wilgotności 19 %. Natomiast dla modułu sprężystości odnotowano spadek zróżnicowania między odmianami przy wzroście wilgotności. Zależność siły niszczącej od wilgotności nasion bardzo dobrze opisuje funkcja liniowa, a odkształcenia, energii i modułu funkcja potęgowa. Podobne zależności określili w swoich badaniach Aghkhani i in. (2012) dla nasion fasoli Christmas Lima i Kiani Deh Kiani i in. (2008) dla nasion fasoli czerwonej. Wymienieni autorzy opisują funkcją liniową zależność od wilgotności nasion nie tylko siły, ale także odkształcenia, energii i modułu sprężystości. Natomiast Hebda i Frączek (2005) w swoich badaniach odnotowali zależność energii ściskania nasion roślin strączkowych (fasoli, grochu, wyki) o przebiegu funkcji potęgowej, zaś dla ziarniaków pszenicy i żyta zależność energii od wilgotności była bardziej liniowa. Zmiana analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion ze wzrostem ich wilgotności była zróżnicowana dla badanych odmian soi. Największy spadek siły (prawie 3,5 krotny) ze wzrostem wilgotności nasion odnotowano u odmiany SP-29, a najmniejszy (1,57) dla odmiany Augusta. Odkształcenie i energia wzrosły najwięcej u odmiany Herta (odpowiednio prawie 19 i ponad 27 razy) a najmniej u odmiany KS-40 (odpowiednio 6,2 i 5,8 razy). Natomiast największym spadkiem modułu sprężystości charakteryzowały się nasiona odmiany Amandine (64 razy), a najmniejszym odmiany Petrina (14,6 razy).

Zawartość białka w nasionach badanych odmian soi wynosiła od 31,35 % (Herta PZO) do 36,97 % (Amandina), tłuszczu od 17,93 % (SP-16) do 21,93 % (Aligator), włókna od 7,03 % (Petrina) do 8,78 % (Augusta) a popiołu od 4,86 % (Herta PZO) do 5,49 % (Petrina). Analiza wariancji wykazała, że badane odmiany soi różniły się między sobą ze względu na zawartość w nasionach tłuszczu, włókna i popiołu.

Wpływ składu chemicznego nasion soi na ich właściwości mechaniczne był zróżnicowany dla badanych odmian i zależał od ich wilgotności. Nasiona soi, które zawierały więcej białka i popiołu pękały przy większej sile i charakteryzowały się większym modułem sprężystości (bardziej odporne na uszkodzenia), natomiast nasiona o większej zawartości tłuszczu i włókna łatwiej ulegały uszkodzeniu. Ze wzrostem wilgotności od 7% do 19 % odnotowano spadek wpływu analizowanych składników chemicznych nasion na siłę niszczącą. Świadczą o tym malejące współczynniki kierunkowe równań liniowych opisujących zależność siły i modułu sprężystości od analizowanych składników chemicznych.

Większej energii wymagały do zniszczenia nasiona soi o mniejszej zawartości białka, włókna i popiołu oraz o większej zawartości tłuszczu. Wpływ tych składników nasion na energię niszczącą był większy przy wyższej wilgotności. Podobnie jak w przypadku energii bardziej się odkształcały nasiona o mniejszej zawartości białka i popiołu oraz o większej ilości tłuszczu, zwłaszcza przy wyższej ich wilgotności. Natomiast większa zawartość włókna w nasionach przy wilgotności od 7 do 13% wpływała na nieznaczne zmniejszenie odkształcenia nasion, zaś przy wilgotności 16 i 19 % zwiększała ich odkształcenie.

Nasiona łubinu wąskolistnego odmiany Bojar (**publikacja 10**) zawierały więcej białka ogólnego, tłuszczu surowego i popiołu, a odmiany Regent więcej włókna (Jarecki i Bobrecka-Jamro 2014b). Wszystkie wyznaczone parametry wytrzymałościowe nasion analizowanych odmian łubinu wąskolistnego były skorelowane ujemnie z zawartością popiołu, włókna i białka za wyjątkiem siły niszczącej, a dodatnio z zawartością tłuszczu.

Nasiona łubinu żółtego Mister i Taper (**publikacja 8**) o mniejszej zawartości białka pochodzące z roślin wysianych później (Jarecki i Bobrecka-Jamro 2014a) charakteryzowały się większymi wartościami siły niszczącej, odkształcenia i energii, a mniejszymi modułu sprężystości. Potwierdzają to wysokie wartości współczynników korelacji Pearsona zawartości białka w nasionach z wyznaczonymi parametrami wytrzymałościowymi: siłą niszczącą (-0,871), energią (-0,753), odkształceniem względnym (-0,892) i modułem sprężystości (0,688).

Rybiński i in. (2013) badając wpływ zawartości białka i tłuszczu w nasionach czterech gatunków łubinu, oraz grochu lędwianu siewnego na odporność na obciążenia mechaniczne wykazali podobnie ujemną korelację między modułem i zawartością tłuszczu. Natomiast stwierdzona przez nich odwrotna zależność między modułem i zawartością białka może wynikać z faktu, że ich obiekty badań były znacznie bardziej zróżnicowane ze względu na zawartość tego składnika oraz z innej ich wilgotności, która wynosiła około 13 %.

3.4. Technologia uprawy orkiszu i odmiana orkiszu najbardziej predysponowana do produkcji chleba o jakości odpowiadającej pieczywu pszennemu (publikacja 12)

Prognozy przewidują wzrost liczby ludzi w roku 2050 do 9,5 mld. Do tego czasu należy zwiększyć produkcję żywności, aż o 70%, czyli np. wzrost produkcji zbóż o 44 mln ton rocznie (Górecki i Halicka 2013). Wzrost ten jest możliwy przez zwiększenie powierzchni uprawy, co jest ograniczone do około 5%, oraz wzrost poziomu plonów. Trwały wzrost plonów będzie natomiast wymagać zmian zarówno w procesie produkcji, jak i postępie hodowlanym. Podlaski (2013) stwierdził, że wysoki udział nowych odmian m.in. zbóż w przyroście plonów w ostatniej dekadzie XX i pierwszej XXI wieku był możliwy dzięki temu, że agrotechnika ograniczyła negatywne wpływy środowiska na plon, pozwalając na ujawnienie się genetycznego potencjału nowych odmian.

Oceniono właściwości mechaniczne chleba z mąki z dawnych odmian i nowych rodów orkiszu w odniesieniu do pszenicy zwyczajnej. Linia STH 11 miała korzystne parametry reologiczne jednak uzyskany z tego orkiszu chleb był dość twardy oraz miał niską porowatość i objętość. Porowatość chleba ze starych odmian orkiszu (Frankenkorn, Schwabenkorn) i nowych linii

(28-4609 STH, STH 8) oceniono najwyżej. W przypadku chlebów orkiszowych wartość modułu sprężystości, odzwierciedlająca elastyczność miękiszu, wahała się od 17,44 kPa (linia STF BFc) do 66,83 kPa (linia 28-4614 STH), natomiast w chlebie pszennym 28,08 kPa. Podobną wartość zarejestrowano dla orkiszu odmiany Ostro. Największą odporność na ściskanie wykazywał miękisz chleba orkiszowego Frankenkorn (13,50 N) i linii STH 28-4614 (13,65 N). Nie było jednak istotnej różnicy między tymi wartościami. Podobnie miękisz chleba orkiszowego linii STH 28-4609 nie różnił się znacząco pod względem wytrzymałości na ściskanie w porównaniu z miękiszem pszennym. Wartość tego parametru dla miękiszu odmiany Frankenkorn była bardzo podobna. Jak podają Majewska i in. (2007) wytrzymałość na ściskanie miękiszu orkiszu wahała się od 4,90 N (odmiana Ceralio) do 10,23 N (odmiana Oberkulmer Rotkorn). Maksymalna energia ściskania miękiszu chleba w chlebach orkiszowych wahała się między 36,22 mJ (linia STH BFc) a 112,5 mJ (linia STH 28-4614). Wśród pieczywa z mąki starych odmian orkiszu największą wartość tej energii uzyskano dla chleba z mąki odmiany Frankenkorn. Z kolei najwyższe wartości ściśliwości stwierdzono dla miękiszu chleba Frankenkorn ($1,00 \text{ Nmm}^{-1}$) i STH 28-4614 ($1,01 \text{ Nmm}^{-1}$), a ściśliwość miękiszu chleba pszennego wynosiła $0,53 \text{ Nmm}^{-1}$. Jedynie ściśliwość miękiszu z linii orkiszu BFc, linii STH 8 i linii STH 28-4619 nie była wyższa niż chleba pszennego. Majewska i in. (2007) stwierdzili, że ściśliwość miękiszu orkiszu wahała się od $0,49 \text{ Nmm}^{-1}$ (Schwabenkorn) do $1,37 \text{ Nmm}^{-1}$ (Frankenkorn). Analiza statystyczna wykazała dodatnią korelację liniową między ściśliwością miękiszu chleba a modułem sprężystości, wytrzymałością na ściskanie miękiszu i maksymalną energią ściskania miękiszu (0,96, 0,95, 0,99). Wśród badanych próbek chleby orkiszowe wykonane z linii STH 8 i STH BFc charakteryzowały się bardzo dobrą porowatością i objętością. Najgorszymi właściwościami mechanicznymi, czyli największą twardością i niską objętością charakteryzował się chleb orkiszowy linii STH 11, mimo że ciasto z tej mąki charakteryzowało się dobrymi parametrami reologicznymi.

Z badanych odmian i linii orkiszu mąka linii STH 8 miała najlepsze właściwości, które były podobne do mąki pszennej. Należy, więc wykorzystać linię STH 8 w hodowli nowych odmian orkiszu o dobrych i powtarzalnych parametrach pieczenia. Równolegle należy przeprowadzić optymalizację elementów agrotechniki mających wpływ na jakość i przydatność piekarniczą mąki z tej linii orkiszu. Sukces hodowli i optymalizacji agrotechniki pozwoli na produkcję chleba opartego wyłącznie na mące orkiszowej, bez konieczności stosowania niespójnie zmieszanej mąki pszenno-orkiszowej.

W rozważaniach zawartych w punktach 2, 3 i 4 prezentujących wyniki badań własnych wykazano słuszność hipotezy H2: głoszącej, że właściwości mechaniczne nasion roślin strączkowych i chleba zależą od technologii produkcji i czynników klimatycznych.

4. WNIOSKI

1. Strąki odmian fasoli z grubszą warstwą włókien, łupiną i parenchymą a także większym stosunkiem grubości parenchymy i warstwy włókien potrzebowały do otwarcia większej energii, czyli były mniej podatne na pękanie. Mniej podatne na pękanie były także strąki z wiązkami sklerenchymatycznymi szwu grzbietowego o mniejszej wytrzymałości na rozrywanie i charakteryzującymi się mniejszym odkształceniem a większym modułem sprężystości, oraz z wiązkami sklerenchymatycznymi szwu brzuszego o większej wartości parametrów wytrzymałościowych.
2. Strąki fasoli charakteryzowały się większą szerokością i grubością wiązek szwu brzuszego i grzbietowego po zastosowaniu nawożenia fosforowego w stosunku do nawożenia azotowego. Omawiane cechy wiązek szwu brzuszego i grzbietowego wzrastały ze zwiększaniem dawki azotu.
3. Warstwa włókien strąków fasoli odmian Narew, Nida i Warta była bardziej wytrzymała na rozrywanie i ulegała większym odkształceniom przy zastosowaniu w ich uprawie nawożenia azotowego, w odniesieniu do nawożenia fosforowego.
4. Ze wzrostem ilości zastosowanego przedsięwzięcia azotu (od 0 do 90 kg·ha⁻¹) i fosforu (od 0 do 120 kg·ha⁻¹) zmniejszyła się energia otwarcia strąków fasoli, czyli wzrosła ich podatność na pękanie.
5. Nawożenie dolistne preparatem Basfoliar 6-12-6 łubinu wąskolistnego, bobiku i soi nieznacznie zwiększyło siłę i energię niszczącą nasiona, oraz odkształcenie względne, a u nasion łubinu wąskolistnego i bobiku nieznacznie zmniejszyło moduł sprężystości. Natomiast u nasion łubinu żółtego nawożenie to nieznacznie zmniejszyło siłę niszczącą oraz istotnie zwiększyło energię niszczącą i odkształcenie względne.
6. Dawka startowa azotu (25 kg·ha⁻¹) zwiększyła odporność na uszkodzenia mechaniczne nasion soi a nieznacznie zmniejszyła odporność na uszkodzenia mechaniczne nasion bobiku.
7. Gęstość siewu łubinu wąskolistnego (Bojar i Regent) nie wykazała istotnego wpływu ilości wysiewu na wartość analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion badanych odmian łubinu wąskolistnego.
8. Opóźnienie terminu siewu łubinu żółtego (Mister i Taper) nieznacznie zwiększyło odporność nasion na uszkodzenia, gdyż wymagały one do zniszczenia większej siły i energii, bardziej się odkształcały, oraz charakteryzowały się mniejszym modułem sprężystości.
9. Nasiona soi i bobiku były bardziej odporne na uszkodzenia a łubinu wąskolistnego i żółtego bardziej podatne, w latach charakteryzujących się niższą temperaturą i większą sumą opadów.
10. Ze wzrostem wilgotności nasion od 7 % do 19 % istotnie zmniejszyła się siła potrzebna do ich zniszczenia (od 166,1 N do 86,2 N) i moduł sprężystości (od 4503 MPa do 196 MPa), a wzrosło odkształcenie (od 4,9 % do 52,7 %) oraz energia (od 19,6 mJ do 247,5 mJ). Wzrost wilgotności nasion zwiększył zróżnicowanie między odmianami ze względu na siłę

i energię niszczącą oraz odkształcenie względne a zmniejszył ze względu na wartość modułu sprężystości.

11. Nasiona soi oraz łubinu wąskolistnego i żółtego o mniejszej zawartości białka, włókna i popiołu oraz o większej zawartości tłuszczu wymagały do zniszczenia większej energii i bardziej się odkształcały. Wpływ tych składników nasion na energię niszczącą nasion soi był większy przy wyższej wilgotności.
12. Mąka orkiszowa z linii STH 8 miała najlepsze właściwości, podobne do mąki pszennej. Należy, więc wykorzystać tę linię w hodowli nowych odmian orkiszu o dobrych i powtarzalnych parametrach pieczenia chleba. Równolegle należy przeprowadzić optymalizację elementów agrotechniki wpływających na jakość i przydatność piekarniczą mąki z tej linii orkiszu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Wpływ wilgotności łupin strąków i wielokrotnego nawilżania na ich podatność na pękanie

Przeprowadzone badania na strąkach pięciu odmian fasoli (publikacja II.B.8, zał. 4) wykazały, że oprócz zróżnicowania odmianowego istnieje silny wpływ wilgotności ich łupin na siłę potrzebną do ich otwarcia. U wszystkich badanych odmian fasoli odnotowano spadek wartości jednostkowej siły rozrywającej potrzebnej do otwarcia strąków wraz ze zmniejszaniem ich wilgotności. Potwierdza to wyniki badań Esau (1973), Tomaszewskiej (1964), Tomaszewskiego (1953) i Hejnowicza (2019), którzy stwierdzili, że zależność ta wynika z budowy endokarpium strąka, którego warstwy w trakcie wysychania kurczą się i powstają naprężenia wewnętrzne dążące do otwarcia strąka. Do otwarcia strąka dochodzi natomiast, gdy siła spójności szwu zostanie zrównoważona przez siłę wewnętrzną powstającą podczas jego wysychania i siłę zewnętrzną, potrzebną do rozerwania szwu (Strobel 1997, Szot i Tys 1987). Jeśli przyjąć, że siła spójności szwu jest stała, to gdy rosną naprężenia wewnętrzne w strąku - wraz ze spadkiem jego wilgotności - wówczas maleje również wartość siły zewnętrznej potrzebnej do rozerwania szwu owocu o mniejszej wilgotności. Odnotowany, przy wilgotności 26,7%, spadek siły rozrywającej potrzebnej do otwarcia strąków odmiany Igołomska w połączeniu ze statystycznie nieistotnym wzrostem tej siły dla pozostałych odmian (za wyjątkiem odmiany Nida) może wskazywać, że przy dalszym zwiększaniu wilgotności strąków będą one łatwiej pękać. Na taką prawidłowość wskazują badania przeprowadzone na strąkach ciecierzycy (Dutt i Datta 1999), soi (Weeks i in. 1975) i łuszczynach rzepaku (Szwed i in. 1996, Tys 1997), które wykazały, że przy bardzo dużej zawartości wilgoci wytrzymałość szwu strąka maleje.

Przeprowadzone badania wykazały także, że wielokrotne nawilżanie i suszenie strąków fasoli wpływa na zwiększenie ich podatności na pękanie. Statystycznie istotne zmniejszenie

siły potrzebnej do otwarcia strąków odmiany Prosna miało miejsce po czterokrotnym nawilżaniu, zaś u pozostałych odmian po sześciokrotnym (publikacja II.B.8, zał. 4).

Wzrost wilgotności strąków u wszystkich badanych odmian fasoli spowodował zwiększenie wartości współczynnika kształtu (publikacja II.B.5, zał. 4), co oznacza, że naprężenia wewnętrzne w sklerenchymie zwiększające się w miarę wysychania strąków, dążą do ich otwarcia i zwiększają wypukłość łupin tych owoców. Natomiast im strąk jest bardziej wypukły tym mniejsza jest siła rozrywająca potrzebna do jego otwarcia. Potwierdza to wniosek Szweda i in. (1996 i 1997), że do otwarcia strąków o większych wypukłościach jest potrzebna mniejsza siła, gdyż mniejszy promień krzywizny powoduje zwiększanie ramienia momentu zginającego łupinę strąka w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku ułożenia włókien warstwy pergaminowej. Zależność współczynnika kształtu w_k strąków badanych odmian fasoli od ich wilgotności W bardzo dobrze (R^2 od 0,778 do 0,965) opisuje funkcja logarytmiczna w postaci: $w_k = a \ln(W) + b$.

Wykonane badania na strąkach pięciu odmian fasoli uprawianej na suche nasiona, przy pięciu poziomach wilgotności (publikacja II.B.6, zał. 4) wykazały również, że najbardziej odpornymi na pękanie obszarami strąków u wszystkich badanych odmian były: szew brzuszny od strony dzióbka i w części środkowej strąka, oraz szew grzbietowy od strony szypułki i dzióbka. U odmian Aura, Bor, Igołomska i Prosna najczęściej pękał szew brzuszny od strony szypułki, natomiast strąki odmiany Nida pękały najczęściej w środkowej części szwu grzbietowego. Na miejsce pękania strąków istotny wpływ wywierała ich wilgotność. U wszystkich badanych odmian, ze wzrostem wilgotności nastąpił spadek częstości całkowitego otwierania się szwu brzusznego i w jego części środkowej, oraz zwiększenie częstości otwierania szwu brzusznego od strony szypułki dla Aury, Nidy i Prosny, a także szwu grzbietowego od strony dzióbka u strąków Aury, Boru i Igołomskiej.

Ocena składu chemicznego owoców, warzyw i soków drzewnych

Za pomocą chromatografii i cieczonej HPLC (publikacja II.B.17, zał. 4) z detektorem par rozpraszania światła (ELSD) określono zawartości cukrów prostych (fruktozy i glukozy) i sacharozy w główkach ośmiu odmian cebuli (Wola, Bila, Ławica, Petra, Błońska, Wama, Majka oraz Polana) pozyskanych z trzech gospodarstw zajmujących się hodowlą i nasiennictwem ogrodniczym: Plantico Zielonki Sp. z o.o. (dalej A), Polan Sp. z o.o. (dalej B), Spójnia „Hodowla i nasiennictwo ogrodnicze” Sp. z o.o. (dalej C). Największą zawartością sumy oznaczanych cukrów cechowała się odmiana Majka w gospodarstwie A i wynosiła ona $5,701 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca. Najmniejszą sumę cukrów (glukoza, fruktoza i sacharoza), wynoszącą $2,722 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca, odnotowano natomiast w gospodarstwie C u odmiany Bila. Największą zawartość fruktozy i glukozy stwierdzono dla odmiany Majka, wynosiły one odpowiednio: $1,629$ i $2,103 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca. Odmiana ta cechowała się z kolei najmniejszą zawartością sacharozy wśród badanych odmian cebuli ($0,980 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca). Najmniejszą zawartością fruktozy, wynoszącą $0,561 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca, i glukozy, wynoszącą $1,270 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca, odznaczała się odmiana Bila. Największą średnią zawartość glukozy ($1,722 \text{ g} \cdot 100$

g^{-1}), sacharozy ($1,193 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) i sumy cukrów ($3,773 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) uzyskano w gospodarstwie A, a fruktozy ($0,937 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) w gospodarstwie B. Z kolei najmniejszą zawartość glukozy ($1,415 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) i sumy cukrów ($3,46 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca) w gospodarstwie C, fruktozy ($0,859 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) w gospodarstwie A, a sacharozy ($1,165 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) w gospodarstwie B. Analiza wariancji wykazała, że warunki uprawy w gospodarstwach hodowlano-nasiennych miały wpływ jedynie na zawartość glukozy w cebuli. Ze względu na ilość tego cukru istotnie różniło się gospodarstwo A od gospodarstwa C.

Wyznaczono powyższą metodą także zawartość cukrów prostych i sacharozy w owocach wybranych odmian winorośli (Einset Seedless, Gołubok, Reliance, Regent i Seyval Blanc) uprawianych w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych na Podkarpaciu (publikacja II.B.18, zał. 4 i publikacja II.C.8, zał. 4). W owocach winorośli uprawianych metodami ekologicznymi oznaczono znacznie wyższe zawartości cukrów niż w owocach winorośli uprawianych metodą konwencjonalną. Średnia zawartość wszystkich cukrów w surowych owocach winogron zebranych w ekologicznym i konwencjonalnym gospodarstwie wynosiła odpowiednio $10,075 \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ i $7,168 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Z uprawy metodą konwencjonalną w podkarpackiej winnicy Aleksandria (publikacja II.C.8, zał. 4) pochodziły badane owoce jedenastu odmian winorośli (Swenson Red, Perła Zali, Kristály, Awgustowski, Goecseji Zamos, Frumoasa Albae, Aloszenkin, V 68021, Jałowiński Rannij, Canadice i Prim). Średnia zawartość fruktozy w owocach analizowanych odmian winorośli była w zakresie od $2,92 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca u odmiany Perła Zali do $6,87 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca u odmiany Canadice. Najmniejszą zawartość glukozy stwierdzono u odmiany Perła Zali i wynosiła ona $2,87 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca, natomiast największą zawartością glukozy wynoszącą $5,76 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca charakteryzowała się Canadice. Sacharozę odnotowano jedynie w owocach odmiany Jałowiński Rannij w ilości $1,07 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ surowca. Średnia zawartość sumy oznaczanych cukrów wynosiła $9,83 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Oszacowano zawartości manganu w sokach drzewnych pochodzących z terenu Podkarpacia i określono potencjalne korzyści żywieniowe i lecznicze związane z tym pierwiastkiem (publikacja II.B.22, zał. 4). W Niwiskach pobrano soki z brzozy zwisłej, rosnącej na czterech różnych stanowiskach, a w Werynii z drzew rosnących na tym samym stanowisku, ale należących do ośmiu różnych gatunków. Oznaczenia zawartości manganu dokonano metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej. Istotnie największą ilość manganu zawierał sok brzozy zwisłej rosnącej w lesie ($17,59 \pm 8,46 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), a najmniejszą – w pobliżu gospodarstwa ($1,99 \pm 1,27 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i pola uprawnego ($3,98 \pm 2,31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Pośród ośmiu badanych gatunków istotnie większą zawartość manganu od pozostałych badanych gatunków zawierał sok grabu pospolitego ($6,89 \pm 6,84 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), wierzby białej ($4,61 \pm 4,31 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) i brzozy zwisłej ($4,25 \pm 2,46 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). W odniesieniu do norm żywieniowych Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Żywności, soki badanych drzew w jednym litrze zawierają od zera do ponad tysiąca procent normy manganu. W zależności od miejsca poboru i gatunku, mogą być bogatym źródłem manganu. Największe perspektywy masowego wykorzystania stwarzają soki brzozy zwisłej.

Dzięki pomiarowi prowadzonemu w jednodniowych odstępach stwierdzono, że w profilu stężeń wapnia i potasu występują dni, w których zawartość tych minerałów zyskuje istotny wymiar korzyści żywieniowej, czego w poprzednich badaniach nie wykazano (publikacja

II.A.3, zał. 4). Dwutygodniowa zmienność w zawartości potasu dla trzech drzew brzozy brodawkowatej, przełożona na procent realizacji zalecanego dziennego spożycia (Jarosz 2012), wynosiła od 8,5 do 26,3% dla drzewa A, od 0,9 do 2,8% dla drzewa B i od 9,2 do 20,2% dla drzewa C. Dla cynku wartości te wynosiły odpowiednio od 0 do 2,1%, od 0,8 do 21,5% i od 7,3 do 15,6%. Dzięki dwutygodniowemu monitoringowi wykazano również, że zawartość żelaza, którego do tej pory nie stwierdzono w badaniach polskich soków drzewnych, wzrosła w czasie jednego tylko dnia i realizowała 1% zalecanego dziennego spożycia w litrze soku.

Sok brzozowy może być pobierany, przez co najmniej dwa tygodnie, jednak bez możliwości wskazania na moment, w którym cechowałby się on najbardziej optymalnymi walorami żywieniowymi. Największą objętość pozyskiwanego soku uzyskuje się po około tygodniu i wynosi ona, w zależności od drzewa, od trzech do ponad pięciu litrów na dobę. Zaobserwowano także wpływ warunków atmosferycznych na objętość zbieranego soku. Otóż po nocnym przymrozku poniżej -5°C , doszło do całkowitego zatrzymania płynięcia soku, które utrzymywało się do kolejnego dnia, pomimo dodatniej temperatury. Natomiast nocne przymrozki do -1°C nie wpływają na zmniejszenie objętości pozyskiwanego soku.

W celu zbadania toksyczności soków drzewnych (publikacja II.A.1, zał. 4) określono za pomocą wysokociśnieniowej chromatografii jonowej z konduktometryczną metodą wykrywania zawartość anionów nieorganicznych (chlorków, azotanów i siarczanów). Próbkę soków zebrano w miejscowości Werynia z trzech drzew należących do każdego z sześciu gatunków; Brzozy zwisłej (*Betula pendula* Roth.), Brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), Grabu (*Carpinus betulus* L.), Klonu norweskiego (*Acer platanoides* L.), Klonu jesionolistnego (*Acer negundo* L.) i Wierzby białej (*Salix alba* L.). Najwyższe stężenie azotanów wystąpiło w sokach pobranych z Klonu norweskiego ($65,578\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i Klonu jesionolistnego ($108,133\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Z kolei najwyższe stężenie siarczanów wykryto w sokach z Wierzby białej ($112,512$ i $35,389\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), a chlorków w sokach grabowych ($47,257\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i Klonu norweskiego sok drzewny ($41,143\text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).

Wykryta zawartość chlorków, siarczanów i azotanów w badanych sokach drzew nie osiągała poziomów toksycznych, czyli soki drzewne nie stanowią zagrożenia dla zdrowia konsumentów, jeśli chodzi o zawartość jonów nieorganicznych. Podkreślić należy jednak, że zaobserwowana duża zmienność wewnątrz i międzygatunkowa stężenia anionów nieorganicznych w sokach powinna być brana pod uwagę przy projektowaniu dowolnego protokołu monitorowania jakości soków drzewnych.

Zawartość kadmu w sokach brzozowych oszacowano metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej (publikacja II.B.20, zał. 4). Istotnie większą ilość kadmu zawierał sok brzozy rosnących na stanowiskach, które służyły niegdyś uprawie ziemniaków ($4,21\pm 1,99\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ oraz $4,11\pm 1,56\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), a najmniejszą – w pobliżu gospodarstwa ($1,66\pm 2,86\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), gdzie nie były prowadzone uprawy. Odnotowane w sokach brzozowych zawartości kadmu są znacznie niższe, aniżeli najwyższe dopuszczalne poziomy zawartości, określone w obowiązujących aktach prawnych. Soki drzewne brzozowe, konsumowane na terenie gminy Niwiska (województwo podkarpackie), można uznać za bezpieczne i niestwarzające zagrożenia pod względem zawartości kadmu. Soki drzewne mogą być wykorzystywane do oceny skażenia środowiska przez metale ciężkie.

Ocena właściwości mechanicznych wybranych owoców i warzyw

Wyznaczono odporność na uszkodzenia mechaniczne tkanki korzeni ośmiu odmian pietruszki (Cukrowa, Halblange, Lenka, Ołomuńska, Roksana, Sonata, Warta, Wistula) w warunkach jednoosiowego ściskania wyciętej próbki walcowej (publikacja II.B.14, zał. 4). Najbardziej podatną na uszkodzenia mechaniczne była tkanka korzenia odmiany Cukrowa, o czym świadczą najniższe wartości siły (484 N) i energii (1,45 J) niszczącej. Natomiast najbardziej odporne były tkanki korzenia pietruszki odmian Lenka i Ołomuńska, które wymagały do zniszczenia siły (odpowiednio 675 i 606 N) i energii (odpowiednio 1,96 i 2,04 J).

Natomiast odporność na uszkodzenia mechaniczne skórki i miąższu owoców pomidora (Ananas Noir, Carbon, Clacamus Bluberry, Gold Medal, Indigo, Koktajlowe Czerwone, Koktajlowe Żółte, Limberdigo, Rubby Surprise), od strony wierzchołka oraz szypułki wyznaczono za pomocą testu przebiccia stalowym wgłębnikiem o średnicy 5 mm (publikacja II.C.5, zał. 4). Wykazano, że miejsce przebiccia i odmiana pomidora ma wpływ na wartość siły przebiccia skórki i miąższu. Średnie wartości tej siły wyniosły od 4,1 N dla odmiany Limberdigo do 7,0 N dla odmian Ananas Noir i Rubby Surprise. Najniższe wartości siły przebiccia skórki i miąższu odnotowano od strony wierzchołka pomidora. W procesie przebiccia średnie wartości naprężenia niszczącego skórki i miąższ owoców pomidora wynosiły od 0,54 MPa u odmiany Carbon) do 1,40 MPa u odmiany Rubby Surprise.

Siłę niszczącą, jako miarę odporności na uszkodzenia mechaniczne owoców żurawiny wielkoowocowej wyznaczono metodą jednoosiowego ściskania (publikacja II.C.6, zał. 4). Materiał badawczy stanowiły owoce sześciu odmian żurawiny wielkoowocowej (Franklin, Pilgrim, Stevens, Marco Howes, Red Star oraz Ben Lear), świeże i przechowywane w kontrolowanych warunkach (4, 10 i 20°C) przez 14, 25 i 40 dni. Średnie wartości siły niszczącej świeżych owoców żurawiny mieściły się w przedziale od 53,42 N dla odmiany Pilgrim do 60,79 N dla odmiany Red Star. Owoce przechowywane w temperaturze 10°C charakteryzowały się niższymi wartościami siły niszczącej od 37,6 do 47,53 N, natomiast przechowywane w temperaturze 4°C wartościami rzędu 39,58 - 46,41 N. W 14 oraz 25 dniu przechowywania odnotowano spadek odporności owoców żurawiny na uszkodzenia mechaniczne.

Wyznaczono także właściwości mechaniczne świeżych i kiszonych owoców ogórka gruntowego (publikacja II.B.19, zał. 4 i publikacja II.C.4, zał. 16). Średnia wartość siły przebiccia skórki i miąższu świeżych owoców badanych odmian ogórka gruntowego wahała się od 23,6 N do 36,3 N. Najwyższą wartość siły przebiccia skórki i miąższu stwierdzono w środkowej części ogórków Polan, pierwszej frakcji rozmiarowej a najniższą obserwowano na końcu owocu (od strony kwiatu) w drugiej frakcji odmiany Śremski. U drugiej frakcji rozmiarowej największą wartość siły przebiccia stwierdzono przy podstawie owocu (od strony szypułki), a najniższe wartości na końcu. Wykazano wpływ czasu kiszenia i składu zalewy na wartość siły przebiccia skórki i miąższu ogórków. Ogórki poddane fermentacji mlekowej charakteryzowały się niższymi wartościami siły przebiccia skórki i miąższu, i wartości te były mniej zróżnicowane w stosunku do ogórków zakiszanych podczas spontanicznej fermentacji (zalewa A). Wartości siły przebiccia zmniejszyły się w czasie fermentacji i w końcowym etapie były 2,0-2,5 razy niższe w ogórkach kiszonych w zalewie A, a 2-6 razy niższe w przypadku

zalewy B. Podczas zakiszania najbardziej zmniejszyła się siła przebicia ogórków odmiany Izyd (od 32,6 do 5,1 N), a najmniej u odmiany Śremski (od 30,5 do 8,8 N).

Wykonano ocenę wybranych właściwości mechanicznych skórki i miąższu świeżych owoców ogórka gruntowego i ich zmian podczas zakiszania przy zastosowaniu dwóch zalew o różnym składzie i z dodatkiem probiotyku (publikacja II.B.27, zał. 4). Dla dwóch frakcji wielkościowych pod względem długości (frakcja I - od 3,5 do 5,5 cm; frakcja II - od 6 do 8 cm). W teście przebicia węgelnikiem o średnicy 5 mm zmierzono siłę i energię przebicia skórki i miąższu oraz umowny moduł sprężystości owoców świeżych i po 10, 30, 60 i 90 dniach zakiszania. Świeże ogórki odmiany Śremski charakteryzowały się największą siłą ($29,6 \pm 0,4$ N) i energią przebicia skórki i miąższu ($89,68 \pm 4,92$ mJ), oraz najmniejszym umownym modułem sprężystości ($3,14 \pm 0,21$ MPa). Owoce odmiany Partner wymagały do przebicia najmniejszej siły ($29,1 \pm 0,8$ N) i charakteryzowały się największym modułem sprężystości ($3,57 \pm 0,15$ MPa), natomiast ogórki odmiany Polan charakteryzowały się najmniejszą energią przebicia ($87,03 \pm 4,95$ mJ). Podczas zakiszania owoców badanych odmian ogórków siła przebicia ich skórki i miąższu oraz umowny moduł sprężystości malały najbardziej w pierwszych 10 dniach. Natomiast energia przebicia w pierwszych 10 dniach kiszenia nieznacznie wzrosła, a następnie również zmniejszała się. Wpływ czasu zakiszania ogórków na: siłę przebicia skórki i miąższu opisuje funkcja logarytmiczna, energię przebicia - funkcja liniowa a moduł sprężystości - funkcja potęgowa. Siła przebicia szybciej malała w czasie kiszenia owoców odmiany Partner, a wolniej dla ogórków kiszonych w zalewie zawierającej probiotyk (B). Energia przebicia malała najbardziej w czasie kiszenia ogórków odmiany Śremski, a najmniej dla ogórków odmiany Polan. Nieznacznie szybciej energia przebicia malała także w czasie kiszenia mniejszych ogórków (frakcja I) i w zalewie zawierającej probiotyk.

Zbadano także wpływ obróbki wstępnej owoców ogórka gruntowego polegającej na ich ozonowaniu przez 30 minut ozonem o stężeniu 10 ppm (publikacja II.A.4, zał. 4 i publikacja II.C.9, zał. 4). Materiałem badawczym były owoce czterech genotypów ogórka gruntowego Polan F1 oznaczonych jako: 411, 426, 440 i 443. Podczas procesu zakiszania rejestrowano istotnie statystycznie wyższe wartości mierzonych parametrów mechanicznych (siła przebicia i naprężenie) i sensorycznych dla ogórków po ozonowaniu w porównaniu z ogórkami kontrolnymi. Zaobserwowano również, że w zakiszonych owocach genotypów ogórka gruntowego, które były poddane wstępnemu ozonowaniu nie występowały puste komory.

Ocena tekstury pieczywa i napojów mlecznych fermentowanych

Za pomocą teksturometru Brookfield CT3 1000 wyznaczono główne parametry tekstury wg testu TPA dla pieczywa (twardość, sprężystość, gumistość i żujność) i mlecznych napojów fermentowanych (twardość, sprężystość, adhezyjność, kohezyjność).

Zbadano wpływ dodatku maltodekstryn ziemniaczanych (publikacja II.A.5, zał. 4) i o różnym stopniu depolimeryzacji (publikacja II.C.14, zał. 4) oraz dodatku nasion roślin oleistych (publikacja II.C.14, zał. 4 i publikacja II.B.26, zał. 4) na jakość i teksturę pieczywa pszenżytniego. Natomiast dla pieczywa żytniego (publikacja II B 24, zał. 4) określono wpływ

dodatku młota słodowego, a dla pieczywa pszennego wyznaczono wpływ zawartości chlorku sodu (publikacja II.C.15, zał. 4).

Z mlecznych napojów fermentowanych najczęściej uwagi poświęcono jogurtom, napojom probiotycznym i kefirom wyprodukowanym z mleka krowiego i koziego. Zbadano wpływ na jakość i teksturę mlecznych napojów fermentowanych wybranych form magnezu (publikacja II A 2, zał. 4, publikacja II.B.28, zał. 4 i publikacja II.B.29, zał. 4) i wapnia (publikacja II.B.29, zał. 4 i publikacja II.C.10, zał. 4). Oceniono również teksturę mleka fermentowanego przez *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Bb-12 (publikacja II.B.30, zał. 4) i kefirów z mleka koziego (publikacja II.B.23, zał. 4 i publikacja II.B.12, zał. 4) z dodatkiem czosnku niedźwiedziego. Badano także wpływ na teksturę jogurtów wzbogacania ich kaszą jaglaną i miodem (publikacja II.C.3, zał. 4) oraz syropem z dzikiej róży i jagodami goji (publikacja II.C.7, zał. 4).

Bibliografia

- Aghkhani M.H., Miraei Ashtiani S.H., Baradaran Motie J., Abbaspour-Fard M.H. 2012. Physical properties of Christmas Lima bean at different moisture content. *International Agrophysics*, 26: 341–346.
- Buraczyńska D., Ceglarek F. 2008. Plonowanie pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 7(1): 27-37.
- Chigarev O. 2013. Model matematyczny procesu zgniatania pojedynczego ziarna w maszynie wytrzymałościowej Instron. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1(79): 143-149.
- Davies R.M., Zibokere D.S. 2011. Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of three varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp). *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*, 13 (1): 1–8.
- Divsalar M., Oskoue B. 2011. Study the effect of mechanical damage at processing on soybean seed germination and vigor. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, 6 (7): 60–64.
- Dobrzański B. 1997. Właściwości mechaniczne nasion roślin strączkowych w zakresie deformacji sprężystej. [W:] *Mat. Konf. Nauk. Mechaniczne Właściwości Materiałów Roślinnych*, Lublin, 18-19.09.1997, 8-10.
- Dobrzański B. 1998. Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. *Acta Agrophysica*, 13.
- Dorrel D.G., Adams W. 1969. Effect of some seed characteristics on mechanically induced seed coat damage in navy beans. *Agronomy Journal*, 5: 672-673.
- Dorna H., Duczmal K.W. 1994. Wpływ warunków klimatycznych na formowanie włókna w szwach strąków fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.). [W:] *I Ogóln. Konf. Nauk. Strączkowe Rośliny Białkowe. FASOLA*, 25.11.1994, 135-138.

- Dutt B.K., Datta A.C. 1999. Dynamic and quasi-static force and energy requirement for detachment and breakage of chickpea pedicel and pod. *Transaction of ASAE*, 2: 309-318
- Esau K. 1973. *Anatomia roślin*. PWRiL, Warszawa.
- Frączek J., Hebda T., Ślipek Z., Kurpaska S. 2005. Effect of seed coat thickness on seed hardness. *Canadian Biosystems Engineering*. 47: 4.1-4.5.
- Furtak J., Zaliwski A. 1986. Badania nad zbiorem mechanicznym nasion fasoli. *Roczniki Nauk Rolniczych*, ser. Technika Rolnicza, 2: 127-140.
- Górecki J., Halicka E. 2013. Globalne bezpieczeństwo żywnościowe świata w świetle prognozowanych trendów rozwoju rolnictwa w latach 2020-2050. *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 102: 5-13.
- Hebda T., Frączek J. 2005. Wpływ wybranych czynników na wartość wskaźnika odkształcenia nasienia. *Inżynieria Rolnicza*, 11 (71): 171–180.
- Hejnowicz Z. 2019. *Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych*. PWN, Warszawa.
- Horabik J. 2014. Przedmiot i zakres badań agrofizycznych [w] *AGROFIZYKA procesy, właściwości, metody*. Pod redakcją Jana Glińskiego, Józefa Horabika, Jerzego Lipca, Cezarego Sławińskiego, Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie, 10-24.
- Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2014. Wpływ zróżnicowanej ilości wysiewu nasion na rozwój i plonowanie łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E, Agricultura*, 69(2): 11-21.
- Jarosz M. 2012. *Normy żywienia dla populacji polskiej - nowelizacja*. Wydawnictwo IŻŻ, Warszawa.
- Kiani Deh Kiani M., Minaei S., Maghsoudi H., Ghasemi Varnamkhasti M. 2008. Moisture dependent physical properties of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grains. *International Agrophysics*, 22: 231-237.
- Kozłowska H., Troszyńska A. 1995. Substancje zapasowe nasion roślin strączkowych. *Postępy Nauk Rolniczych*, 6: 75-82.
- Książek J. 2000. Perspektywy produkcji nasion roślin strączkowych w Polsce po akcesji do Unii Europejskiej. [W:] *Mat. Konf. Nauk. Możliwości rozwoju polskich gospodarstw rolniczych*, Krynica 10-12.04.2000, 141-152.
- Kuźniar P., Strobel W. 2000. Określenie wpływu grubości sklerenchymy strąków fasoli na ich podatność na pękanie. *Acta Agrophysica*, 37: 113-117.
- Kuźniar P., Sosnowski S. 2002. Relation between the bean pod shape factor and force required for pod opening. *International Agrophysics*, 16(2): 129-132.
- Kuźniar P., Sosnowski S. 2003. Podatność strąków na pękanie a wielkość strat nasion fasoli podczas mechanicznego zbioru. *Acta Agrophysica*, 2(1): 113-118.
- Kuźniar P., Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2013. Właściwości mechaniczne nasion wybranych roślin strączkowych a ich masa i grubość. *Inżynieria Rolnicza*, 4(147)T.1: 171-177.
- Lampart-Szczapa E. 1997. Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka. Wartość biologiczna i technologiczna. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 446: 61-81.

- Milczak M., Pędziński M., Rzedzicki Z., Jurzysta A. 1996. Materiały II Ogólnopolskiego Sympozjum Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie, Poznań, 44-49.
- Moś M. 1983. Zmienność morfologicznych i anatomicznych cech strąka, jej wpływ na skłonność do pęknięcia i plon nasion komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.). Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 258, 197-203.
- Podlaski S. 2013. Ewolucja agronomii jako dyscypliny naukowej. *Fragm. Agron.* 30(3): 7–15.
- Romański L. 2004. Analiza i modelowanie procesu zgniatania ziarna pszenicy. Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Rozprawy, 220.
- Rybiński W., Starzycki M., Rusinek R., Bocianowski J., Szot B. 2013. Zmienność składu chemicznego nasion roślin strączkowych i ich odporności na obciążenia mechaniczne. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 268: 193–209.
- Strobel W. 1997. Badanie wpływu grubości warstwy sklerenchymy strąków łubinu na ich podatność na pęknięcie. *Polskie Towarzystwo Agrofizyczne, I Zjazd Naukowy*, Lublin, 19.09.1997, 89-91.
- Strobel W. 2003. Porównanie cech fizycznych strąków różnych gatunków łubinu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 495: 73–80.
- Szot B., Tys J. 1987. Metodyka badań mechanicznych właściwości łuszczyń i łodyg rzepaku. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 321: 193-202.
- Szwed G., Fałęcki A., Tys J. 1996. Metoda oceny wytrzymałości strąków na pęknięcie. [W:] *Mat. Konf. „Łubin- kierunki badań i perspektywy użytkowe”*, Poznań, 331-337.
- Szwed G., Strobel W., Tys J. 1997. Mechanizmy rządzące procesami pęknięcia strąków łubinu. [W:] *Mat. Konf. Łubin we współczesnym rolnictwie*, Olsztyn-Kortowo, 06.1997, 107-112.
- Szyrmer J., Boros L. 1996. Postęp w krajowej hodowli soi. [W:] *II Ogóln. Konf. Nauk. Strączkowe Rośliny Białkowe. Soja*, Lublin 28.11.1996, 7-23.
- Tomaszewska Z. 1954. Wstępne badania nad anatomią strąków łubinu. *Acta Agrobotanica*, 2: 151-177.
- Tomaszewska Z. 1964. Badania morfologiczne i anatomiczne łuszczyń kilku odmian rzepaku i rzepiku ozimego oraz przyczyny i mechanizm ich pęknięcia. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 2: 147-180.
- Tomaszewski Z. 1953. Hodowla łubinu żółtego o strąkach niepękających i nieopadających. *Acta Agrobotanica*, 1: 89-104.
- Tys J. 1997. Czynniki kształtujące właściwości agrofizyczne rzepaku. *Acta Agrophysica*, 6.
- Weeks S.A., Wolford J.C., Kleis E.W. 1975. A Tensile Testing Method for Determining the Tendency of Soybean Pods to Dehiscence. *Transaction of ASAE*, 3: 471- 474.
- Żabiński A. 2006. Wytrzymałość doraźna nasion dwóch podgatunków soczewicy jadalnej (*Lens culinaris Medic.*). *Inżynieria Rolnicza*, 12(87), 565-572.
- Żabiński A., Mudryk K. 2009. Wybrane właściwości fizyczne nasion krajowych i zagranicznych odmian soczewicy jadalnej. *Inżynieria Rolnicza*, 9(118): 319-329.

6. Podsumowanie dorobku naukowego

Mój dotychczasowy dorobek naukowy obejmuje łącznie 93 pozycje (84 po uzyskaniu stopnia doktora), w tym 47 to oryginalne prace twórcze (8 z Impact Factor a 28 w języku angielskim), 15 to publikacje pełnotekstowe w materiałach konferencyjnych (4 w języku angielskim), 17 rozdziałów w monografiach naukowych (1 w języku angielskim), 1 podręcznik, 1 redakcja wieloautorskich serii wydawniczych, 12 streszczeń ze zjazdów międzynarodowych (3) i krajowych (9). W 43 pracach twórczych jestem pierwszym autorem, w 14 pracach twórczych jestem drugim autorem, zaś w 23 autorem trzecim i kolejnym. 9 oryginalnych prac twórczych indeksowanych jest przez bazę Web of Science, a 15 przez bazę Scopus.

Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania prac wynosi 526 pkt (510 pkt po uzyskaniu stopnia doktora, w tym dwanaście monotematycznych publikacji, stanowiących osiągnięcie naukowe o łącznej sumie 107 pkt MNiSW i 2,946 IF). Sumaryczny Impact Factor wszystkich opublikowanych prac wynosi 10,826 IF zgodnie z rokiem opublikowania.

Liczba cytowań (bez autocytowań) publikacji według:

- Web of Science = 10; Indeks Hirscha = 2,
- Scopus = 23; Index Hirscha = 3,
- Publish or Perish (Google Scholar) = 38; Index Hirscha = 4.

Aktywnie uczestniczyłem w 11 krajowych konferencjach naukowych (9 po uzyskaniu stopnia doktora) i w 21 międzynarodowych konferencjach naukowych (16 po uzyskaniu stopnia doktora).

Dwukrotnie pełniłem funkcję Sekretarza Komitetu Organizacyjnego Konferencji Naukowej „Agrofizyka w inżynierii produkcji i ochronie środowiska” (Krasieczyn 2007 i Krasieczyn 2010).

Brałem udział w projektach badawczych:

1999-2000 (KBN 5 P06F 028 17) „Wpływ wybranych czynników na podatność strąków fasoli na pękanie w aspekcie mechanicznego zbioru” *Influence of select factors on susceptibility of bean pods on bursting in aspect mechanical harvest* (główny wykonawca).

2007-2010 (MNiSW wniosek nr NN 310 2242 33 umowa nr 2242/B/P01/2007/33) „Wpływ wybranych elementów anatomicznych łupin strąków fasoli na ich pękanie w procesie zbioru” (wykonawca).

2011-2014 (MNiSW wniosek nr NN 310 003040, umowa nr 0030/B/P01/2011/40) „Optymalizacja elementów agrotechniki wybranych morfotypów roślin strączkowych w warunkach siedliskowych województwa podkarpackiego” (wykonawca).

Za osiągnięcia w dziedzinie naukowo-badawczej zostałam wyróżniony Nagrodą Indywidualną II stopnia przyznaną przez JM Rektora Uniwersytetu Rzeszowskiego (2001).

Tabela 1. Zestawienie dorobku naukowego według rodzaju publikacji

Typ publikacji	Razem			W tym po doktoracie		
	ilość	IF	KBN / MNiSW	ilość	IF	KBN / MNiSW
I. Oryginalne pełnotekstowe prace naukowe (bez streszczeń zjazdowych i konferencyjnych, prac w suplementach czasopism, listów do redakcji oraz udziału autora wymienionego w dodatku (appendix) jako uczestnika badań wielośrodkowych).	47	10,826	453,0	43	10,826	437,0
A. w czasopismach posiadającym „impact factor”	8	10,826	180,0	8	10,826	180,0
B. w czasopismach nie posiadających „impact factor”	39		273,0	35		257,0
II. Rozdziały w podręcznikach	17		73,0	17		73,0
A. międzynarodowych	1		5,0	1		5,0
B. krajowych	16		68,0	16		68,0
C. autorstwo monografii lub podręcznika	1			1		
III. Publikacje pełnotekstowe w materiałach konferencyjnych	15			11		
A. międzynarodowych	14			10		
B. krajowych	1			1		
IV. Inne prace (m.in. skrypty wykładów i ćwiczeń, poradniki zawodowe, prace popularno-naukowe, recenzje).						
V. Redaktor naczelny czasopisma o zasięgu						
A. międzynarodowych						
B. krajowych						
VI. Redaktor naczelny wieloautorskich: monografii, podręczników akademickich, serii wydawniczych	1			1		
A. w języku angielskim						
B. w języku polskim lub innym niż angielski	1			1		
VII. Streszczenia ze zjazdów	12			12		
A. międzynarodowych	3			3		
B. krajowych	9			9		
VIII. Publikacje pełnotekstowe w suplementach czasopism						
A. w czasopismach z IF						
B. w czasopismach bez IF						
RAZEM		10,826	526,0		10,826	510,0

Tabela 2. Zestawienie dorobku naukowego według tytułów czasopism naukowych

Czasopismo	Liczba publikacji	Sumaryczny IF	Suma punktów w roku wydania
Czasopisma posiadające współczynnik wpływu IF, wyróżnione w bazie JCR (lista A)			
Journal of Cereal Science	1	2,302	35
Journal of Elementology	3	2,009	45
Journal of Food Processing and Preservation	1	1,510	20
LWT - Food Science and Technology	1	3,129	40
Ozone: Science & Engineering	1	1,232	20
Zemdirbyste-Agriculture	1	0,644	20
RAZEM	8	10,826	180
Czasopisma nieposiadające współczynnika wpływu IF (lista B)			
Acta Agrophysica	3	-	12
ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria	2	-	30
Econtechmod	1	-	12
International Agrophysics	4	-	24
Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego	2	-	6
Inżynieria Rolnicza	2	-	10
Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine	1	-	6
Motrol - Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa	3	-	18
Postępy fitoterapii	1	-	7
Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa	11	-	71
Vísnik L'vívs'kogo deržavnogo agrarnogo uníversitetu. Agroínženerní doslídžennâ	3	-	12
Zeszyty Naukowe AR w Krakowie	1	-	-
Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego	1	-	13
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	2	-	22
ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość	2	-	30
RAZEM	36	-	273

Tabela 3. Zestawienie dorobku naukowego według udziału habilitanta w publikacji

Rodzaj publikacji	Prace samodzielne	Pierwszy autor	Drugi autor	Trzeci lub dalszy autor	Razem
Oryginalne prace twórcze	5	23	5	14	47
Monografie lub rozdziały w monografiach	2	2	-	13	17
Publikacje pełnotekstowe w materiałach konferencyjnych	-	5	8	2	15
Pozostałe	-	10	2	1	14
RAZEM	7	40	15	31	93

7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną

Jestem współautorem podręcznika: „Przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki i agrofizyki). Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Wypromowałem 69 prac dyplomowych, w tym 7 licencjackich, 37 inżynierskich i 25 magisterskich. Obecnie pod moim promotorstwem powstaje 5 prac magisterskich. Recenzowałem 13 prac licencjackich, 66 inżynierskich i 39 prac magisterskich. Na 69 prac dyplomowych 28 poświęconych było tematyce właściwości mechanicznych surowców roślinnych, a 11 właściwościom mechanicznym żywności.

W latach 2016-2018 pełniłem funkcję promotora pomocniczego mgr Natalii Matłok, która obroniła z wyróżnieniem pracę doktorską nt.: „Rolnicze, energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania biomasy odpadowej z produkcji szkółkarskiej” na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego.

W ramach popularyzowania nauki wygłosiłem wykład dla uczestników Małego Uniwersytetu Rzeszowskiego (2015), a podczas Dni Wydziału Biologiczno-Rolniczego (2018) prowadziłem warsztaty dla uczniów szkół podstawowych.

Piotr Kuźniar

Piotr Kuźniar

UNIWERSYTET RZESZOWSKI

WYDZIAŁ BIOLOGICZNO-ROLNICZY

KATEDRA INŻYNIERII PRODUKCJI

ROLNO-SPOŻYWCZEJ

Rzeszów, 27.04.2019