


Wartość siewna ziarna zbóż

The sowing value of cereal grains

Dagmara Pacoń 

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

 d.pacon@ihar.edu.pl

Podstawowymi parametrami wartości siewnej są: zdolność kiełkowania, czystość, zawartość nasion obcych oraz zdrowotność nasion. Zdolność kiełkowania kształtowana jest przez wilgotność ziarna, stopień uszkodzenia ziarniaków oraz ich zdrowotność. Wysoka zdolność kiełkowania pozwala uzyskać właściwą obsadę roślin. Grzyby patogeniczne występujące w materiale siewnym oprócz obniżenia zdolności kiełkowania wpływają negatywnie na wzrost i rozwój siewek. Patogeny powodują również pogorszenie wartości odżywczej ziarna oraz wytwarzają szkodliwe mykotoksyny. Ważnym parametrem jest również zawartość nasion obcych w materiale siewnym. Chwasty stanowią konkurencję dla roślin uprawnych prowadząc do obniżenia pobierania składników pokarmowych. Wartość tych paramentów zależy od czynników środowiskowych i technologicznych. W Polsce znaczna część ziarna wykorzystywana do siewu w uprawach zbożowych pochodzi z samorozmnożenia, a ich wartość siewna często odbiega od wymagań stawianych kwalifikowanemu materiałowi siewnemu. Natomiast jakość zastosowanego materiału siewnego ma wpływ na kształtowanie się plonów.

Słowa kluczowe: wartość siewna, zdolność kiełkowania, czystość nasion, zdrowotność nasion, zboża

The basic parameters of the sowing value are purity, foreign seed content, germination capacity, and seed health. The germination capacity is influenced by the moisture content of the grain, the degree of damage to the grains, and their health. High germination capacity allows to obtain the right plant density. Pathogenic fungi present in the seed material can reduce germination capacity and negatively impact seedling growth and development. Pathogens also deteriorate the nutritional value of grain and produce harmful mycotoxins. The content of foreign seeds in the seed material is also an important parameter. Weeds compete with crop plants, leading to reduced nutrient uptake. The value of each of these parameters depends on environmental and technological factors. In Poland, a significant part of the seeds used to seed in cereal crops come from self-propagation, and their sowing value often differs from the requirements of certified seed. The quality of the sowing material used has an impact on the yields.

Keywords: sowing value, germination capacity, seed purity, seed health, cereals

Wstęp

Zboża stanowią ważny element europejskiej produkcji roślinnej. W Unii Europejskiej uprawiane były w ostatnich 5 latach (2019-2023) na powierzchni 52 mln ha. W Polsce powierzchnia zasiewów tym okresie wynosiła 7,5 mln ha, co stanowi około 14% europejskiego arealu upraw zbożowych. Średnie plony zbóż w Polsce w ostatnich pięciu latach wyniosły 43,7 dt·ha⁻¹ i były niższe od średnich plonów w Unii Europejskiej o 19,5% (European Commission, 2023). Niższe plony w Polsce wynikają z gorszych warunków przyrodniczo-siedliskowych (słabsze gleby) i organizacyjno-ekonomicznych. Z badań IUNG-PIB wynika, że warunki przyrodnicze oceniane z punktu widzenia produkcji rolnej, są w Polsce o 30-40% gorsze w porównaniu do krajów Europy Zachodniej (Krasowicz, 2019). Na poziom uzyskiwanych plonów wpływają również czynniki organizacyjno-ekonomiczne, takie jak słabsze zaawansowanie technologiczne, mniejsze zużycie środków produkcji oraz kwalifikowanego materiału siewnego. W Polsce wykorzystanie kwalifikowanego materiału siewnego jest niskie i w 2015 wynosiło zaledwie 17% (NIK, 2018). Natomiast materiał pochodzący z własnego rozmnożenia posiada często słabsza wartość siewną,

co potwierdzają badania Ponichtery (2010), Ponichtery i Lewickiego (2014) i Ziemińskiej i in. (2015). Wartość siewną kształtuje szereg czynników między innymi: agrotechnika, warunki siedliskowe czy warunki zbioru i przechowywania ziarna (Strzelecki, 1991; Borówczak i Rębarz, 2008; Nadulski i in., 2012; Prusiński i in., 2013). Natomiast zastosowanie do siewu ziarna o słabszej wartości siewnej może spowodować obniżenie ilości oraz jakości plonu (Dawson i Bateman, 2001). Ponadto użycie do siewu ziaren porażonych przez patogeny może stanowić zagrożenie dla prawidłowego rozwoju siewek i roślin. Patogeny wprowadzane z ziarnem do gleby, w sprzyjających warunkach rozwijają się i atakują rośliny powodując spadek ich produktywności (Wiewióra, 2010). Artykuł ma charakter przeglądu dotyczący oceny podstawowych parametrów wartości siewnej zbóż oraz metod poprawy ich wartości.

Zdolność kiełkowania

Wysoka zdolność kiełkowania wysiewanego materiału gwarantuje równomierne wschody oraz właściwą obsadę roślin (Ziemińska i in., 2015). Według Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 roku poz. 975 dla większości gatunków zbóż podstawo-

wych minimalna zdolności kiełkowania dla materiału kwalifikowanego wynosi 85%, natomiast w przypadku pszenżyta 80%. Warunki hydrotermiczne stanowią ważny czynnik, który przyczynia się do kształtowania wielkości tego parametru. Według badań Sobieszkańskiego (2015) deszczowanie wpływa pozytywnie na zdolność kiełkowania i obniża udział ziarniaków gnijących, niekiełkujących oraz anormalnie kiełkujących u pszenżyta jarego. Jednak w optymalnych warunkach meteorologicznych, nie obserwowano wpływu deszczowania na zdolność kiełkowania (Koziara i in., 2015). Intensywny wzrost wilgotności ziarna w okresie przed zbiorem wpływa na podatność na pęknięcia bielma w ziarnie oraz spadek jego twardości (Geodecki i in., 2003). Zdolność kiełkowania zależy również od wilgotności ziarna w czasie zbioru. Badania Strzeleckiego (1991) wykazały, że wilgotność w trakcie zbioru wpływała na wartość siewną ziarna pszenżyta ozimego, a wraz z obniżaniem się wilgotności zbieranych ziaren następował wzrost zdolności kiełkowania. Duże znaczenie na jakość wyprodukowanego materiału siewnego mają uszkodzenia mechaniczne ziarniaków, następujące głównie podczas omłotu, suszenia, czyszczenia i transportu ziaren. Uszkodzenia mechaniczne ziarna prowadzą do spadku zdolności kiełkowania. Udział ziaren uszkodzonych podczas zbioru maszynowego ziarna zależy m.in. od prędkości zbioru ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), szybkości obrotów bębna młócającego (rpm) oraz wielkości szczeliny omłotowej (mm) podczas pracy kombajnu. Największe uszkodzenia (powyżej 10%) oraz najwyższy spadek zdolności kiełkowania (poniżej 94%) wystąpiły podczas najszybszych obrotów bębna młócającego oraz najniższej prędkości przejazdu (Lashgari i in., 2008). W badaniach Shahbazi i in. (2012) wykazano także statystycznie istotny wpływ wilgotności ziarna na uszkodzenia. Wraz ze spadkiem wilgotność ziarna oraz wyższą siłą uderzenia, następował wzrost liczby ziaren uszkodzonych. Również w badaniach Szwed i Łukaszuk (2007) oraz Trotsenko i Zabudsky (2020) obserwowano najniższy stopień uszkodzenia ziarna przy jego wyższej wilgotności, a dla ziaren pszenicy oraz jęczmienia określono optimum dla tego parametru na około 24%. Przekroczenie tego poziomu powodowało wzrost poziomu uszkodzeń. Trotsenko i Zabudsky (2020) stwierdzili ponadto, że wraz ze wzrostem liczby przejść ziaren przez maszynę przy tej samej wilgotności obniżała się zdolność kiełkowania. Najwyższą wartość tego parametru obserwowali dla ziarna o wilgotności 15%, a ponadto stwierdzili, że ziarniaki, które straciły łuskę, kiełkowały słabiej (średnio o 20%) niż te nieuszkodzone. Wyniki badań Segita i in. (2003) nad mechanicznymi uszkodzeniami ziarna pszenicy, wskazują na drastyczny spadek zdolności kiełkowania (do 10%) po uderzeniu ziarna w okolicy zarodkowej. Kolejny czynnik wpływa-

jący na zdolność kiełkowania to sposób i warunki przechowywania materiału nasiennego. W badaniach Kusińskiej (2008) oraz Nadulskiego i in. (2012) stwierdzono, że ziarno pszenicy przechowywane w silosach pod wpływem ciężaru wyżej położonych warstw ulegało uszkodzeniom, a zdolność kiełkowania spadała wraz ze wzrostem siły nacisku i wilgotności ziarna. Badania wskazują, że żywotność ziarniaków stopniowo obniża się w czasie przechowywania, a korzystny wpływ na tę cechę ma obniżona wilgotność i brak dostępu powietrza (Malaker i in., 2008; Sawant i in., 2012). Również wielkość i wygląd ziarna mogą być czynnikiem, który ma znaczenie dla parametrów wartości siewnej, takich jak zdolność kiełkowania, czy zdrowotność. W wielu przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że drobne oraz pomarszczone ziarniaki charakteryzują się niższą zdolnością kiełkowania, w tym większą liczbą siewek nienormalnych niż ziarno większe (Podolska, 2008; Shahwani i in., 2014; Sułek, 2015). Jednak nie zawsze uzyskane rezultaty potwierdzały wpływ wielkości ziarna na zdolność kiełkowania, o czym donoszą w pracy Rukavina i in. (2002) dla ziarniaków jęczmienia jarego, czy Zareian i in. (2013) dla pszenicy. Energia kiełkowania ziarniaków pszenicy w badaniach Podolskiej (2008) była wyższa u ziarniaków dużych i średnich, niż u ziarniaków małych. Natomiast w badaniach Zareiana i in. (2013) wyższą szybkością kiełkowania charakteryzowały się drobniejsze frakcje ziarniaków pszenicy. Autorzy przypuszczają, że ma na to wpływ większe zapotrzebowanie na wodę ziarniaków dużych w stosunku do ziarniaków małych.

Obecność nasion innych gatunków

Ważnym elementem wartości siewnej jest czystość materiału siewnego. Według Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 roku poz. 975 łączna masa nasion obcych i zanieczyszczeń nie powinny przekroczyć 2% wagowych, przy czym w badanej próbie może znajdować się maksymalnie 10 sztuk nasion innych gatunków. Zastosowanie materiału siewnego zanieczyszczonego nasionami obcymi wpływa na poszerzenie glebowego banku nasion chwastów o gatunki w nim nie występujące oraz zwiększenie liczebności nasion obcych w glebie. Zawarte w wierzchniej warstwie gleby nasiona roślin obcych stanowią konkurencję dla roślin uprawnych, ograniczając zasoby mineralne, wodne, przestrzenne oraz ilość docierającego promieniowania słonecznego (Rudnicki i Jaskulski, 2006). Sharma i in. (2016) wykazali, że chwasty pobierają i gromadzą większą ilość makroelementów w uprawach pszenicy, na których nie zastosowano ochrony chemicznej lub mechanicznej. W pracy Roli i Żurawskiego (1988) wykazano, że wraz ze wzrostem zachwaszczenia spadało pobieranie

składników pokarmowych przez pszenicę ozimą. Przy najwyższym zachwaszczeniu pszenica pobrała jedynie 22% azotu, 19% fosforu i 16% potasu w stosunku do kontroli. Wysokie zachwaszczenie wpływa znacząco na plonowanie. Zachwaszczenie łąnu przez miotłę zbożową (*Apera spica-venti* L.) (332-420 wiech/m²) spowodowało spadek plonu pszenicy ozimej o 70%. W badaniach Chaudhary i in. (2008) wykazano, że zachwaszczenie na poziomie około 180 chwastów/m² spowodowało spadek plonowania pszenicy o 33% w stosunku do uprawy, w której zachwaszczenie zostało usunięte po 30 dniach od siewu. Spadek plonowania zbóż odnotowano również w innych pracach m. in. Nath i in. (2017), Gharde i in. (2018), Hofmeijer I in. (2019) oraz Mikhailova i in. (2020). Obniżenie plonu zbóż zależy od tolerancji odmianowej na występujące w łąnie gatunki roślin niepożądanych, co przedstawiono w badaniach Fradgley i in. (2017) oraz Shabi i in. (2018). Również Siddiqui i in. (2010) badali konkurencyjność w stosunku do dwóch odmian pszenicy różnych gatunków chwastów (wysiew w stosunku 1:1). W przypadku wysiewu wiechliny rocznej (*Poa annua* L.) między rzędami pszenicy u jednej odmiany spadek plonowania wyniósł 76%, a u drugiej zaledwie 0,3% i był nieistotny. Konkurencyjność roślin zbożowych w stosunku do chwastów uzależniona jest także od powierzchni liścia oraz ich stopnia nachylenia (Blackshaw i in., 2006). Liście położone poziomo do podłoża najbardziej zacierają glebę ograniczając dostęp światła (Hoar i in., 2005). Ważnymi czynnikami wpływającym pozytywnie na zdolność konkurencyjną zbóż w stosunku do chwastów jest również równomierna obsada roślin, poziom rozkrzewienia, wysokość rośliny oraz produkcja biomasy (Feledyn-Szewczyk i Duer, 2006). Tolerancja zbóż na zachwaszczenie, zdolność konkurencji oraz odpowiednia agrotechnika, są ważnymi czynnikami prowadzącymi do niwelowania strat w plonowaniu zbóż. Uprawa konwencjonalna w monokulturach oraz niewłaściwe praktyki chemicznej ochrony roślin, doprowadziły do nabywania przez chwasty odporności na herbicydy oraz występowania biotypów, które posiadają odporność wielokrotną na różnego typu herbicydy (Heap, 2014). W Polsce występują trzy gatunki chwastów (*Avena fatua* (L.) – owies głuchy, *Avena sterilis* (L.) – owies płonny i *Lolium temulentum* (L.) – życica roczna), które według Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 roku poz. 975 nie powinny się znajdować w kwalifikowanym materiale siewnym zbóż. Zachwaszczenie łąnu przez *A. fatua* w liczbie 152 wiech/m² wywołało spadek plonowania o 80% (Rola i Żurawski, 1988), przy czym już niewielka liczebność (8 szt./m²) może doprowadzić do znaczącej obniżki plonowania o 25% (Sarwar i in., 2013). Negatywny wpływ na

plonowanie wywołany obecnością *A. fatua* zaprezentowali także Khan i in. (2007, 2008) oraz Jäck i in. (2017). Również obecność *A. sterilis* w uprawach zbożowych prowadzi do obniżenia plonowania co potwierdza praca Gonzalez-Diaz I in. (2020). *A. fatua* oddziałuje allelopacyjnie na rośliny uprawne prowadząc do zmniejszenia ich zdolności kiełkowania (Ahmad i in., 2014; Majchrzak, 2007). Działanie allelopacyjne wykazała również życica roczna (*L. temulentum*), która wpływała na rozwój siewek, ograniczając rozwój zarazem systemu korzeniowego jak i części nadziemnej (Lehoczky i in., 2011). W pracy Adamczewskiego i in. (2019) wykazano, że na terenie Polski występują biotypy *A. fatua* odporne na herbicydy. Oprócz powyżej przedstawionych gatunków w Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 roku poz. 975 ograniczono również liczebność nasion obcych (*Raphanus raphanistrum* (L.) - rzodkiew świrzepa i *Agrostemma githago* (L.) - kąkol polny) do 3 sztuk w próbie ziarna siewnego. *R. raphanistrum* jest problematycznym chwastem nie tylko w uprawach zbożowych. Posiada działanie allelopacyjne, które wpływa negatywnie na kiełkowanie i rozwój rośliny uprawnej (Cheam i in., 2008). Badania konkurencyjności *R. raphanistrum* w stosunku do pszenicy wykazały, że zależy ona od obsady rośliny uprawnej, liczebności oraz czasu konkurencji (Eslami i in., 2006; Walsh i Minkey, 2006). Negatywne oddziaływanie allelopacyjne na rozwój siewek obserwowano również pod wpływem *A. githago*, które prowadziło do skrócenia średniej długości korzeni oraz liścia pszenicy (Ciesielska i Borkowska, 2010). W badaniach Hashem i Wilkins (2002) następowało obniżenie plonowania pszenicy wraz z wzrostem liczebności *R. raphanistrum*, spadek plonowania wyniósł 56% przy 75 roślin/m². Obniżenie plonowania wywołane wystąpieniem w łąnie roślinami *R. raphanistrum* wykazali również Eslami i in. (2006); Walsh i Minkey (2006) oraz Tavares i in. (2019). Populacje *R. raphanistrum* wykształciły również odporność na szereg substancji aktywnych występujących w herbicydach (Walsh i in., 2007). Natomiast obecność nasion *A. githago* w paszy lub mące może zagrażać zdrowiu ludzi oraz zwierząt. Gatunek ten jest zaliczana do roślin trujących (Bohne i Dietze, 2008).

Zdrowotność nasion

Niekwalifikowany materiał nasienny wykorzystywany do siewu stanowi jedno ze źródeł infekcji upraw zbożowych. Grzyby saprotroficzne stanowią najliczniejszą grupę grzybów występujących na ziarnie zbóż. Wśród nich najczęściej obserwowanym gatunkiem jest *Alternaria alternata* (Horoszkiewicz-Janka i in., 2012, 2016; Wiewióra, 2007). Pomimo że w przypadku roślin zbożo-

wych *A. alternata* zaliczania jest do saprotrofów, w sprzyjających warunkach może wywołać czerń zbóż. W pracach Özer (2005) oraz Draz i in. (2016) zbadano skład gatunkowy grzybów występujących na ziarnie pszenicy, na którym obserwowano objawy tej choroby i to właśnie *A. alternata* była najczęściej izolowanym gatunkiem. Grzyb ten wpływa również na zdolność kiełkowania nasion, co potwierdzają badania Draz i in. (2016), w których na sztucznie porażone podłoże przez *A. alternata* wysiewano ziarno pszenicy. Uzyskane wyniki wykazały spadek zdolności kiełkowania o 44% w porównaniu do kontroli. Natomiast najważniejszymi patogenami zbóż, często obserwowanymi w uprawach są: *Fusarium* spp., *Microdochium nivale*, *Ustilago* spp., *Tilletia* spp., *Septoria* spp., *Helminthosporium* spp., *Bipolaris sorokiniana* czy *Claviceps purpurea*. Organizmy patogeniczne bytują na powierzchni oraz wewnątrz ziarniaków. Obecność tych grzybów w materiale siewnym już w pierwszej fazie rozwojowej rośliny negatywnie wpływa na wzrost i rozwój, doprowadzając do obniżenia zdolności kiełkowania ziarniaków (Islam i in., 2015; Khairnar i in., 2011). Gatunki grzybów, zwłaszcza patogeniczne, zasiedlające nasiona wpływają również na wartość odżywczą, wielkość i masę nasion oraz powodują skażenie mykotoksynami (Amza, 2018). Porażenie upraw przez patogeny stanowi czynnik obniżający poziom plonowania (Murray i Brennan, 2009). Ziarno zbóż porażone przez *Fusarium* spp. charakteryzuje się obniżoną zdolnością kiełkowania oraz żywotnością (Hassani i in., 2019). Badania Iwaniuk i in. (2018) wykazały, że im wyższa wilgotność ziarna, tym wyższa koncentracja *Fusarium* spp. w pszenicy, a wysoki poziom porażenia wpływał istotnie na spadek plonowania. Odmiana pszenicy jarej Mandaryna, której porażenie ziarna przez te grzyby było wyższe o 70% w porównaniu do średniego porażenia, charakteryzowała się najniższym plonowaniem (1,2 t·ha⁻¹). Spadek ten był istotny w stosunku do innych odmian i wyniósł ponad 3 t·ha⁻¹. Na kłosach porażonych przez gatunek *F. poae* nie obserwowano typowych objawów fuzariozy (Jaske i in., 2018), jednak jest to gatunek toksynotwórczy (Lenc i Jończyk, 2019). Badania Kiecany i in. (2005) dla upraw owsa wykazały spadek plonów o 37% przy sztucznym zakażeniu tym gatunkiem, zaś w badaniach Vogelgsang i in. (2008) oraz Nazari i in. (2018) nie obserwowano wpływu porażenia przez *F. poae* na plonowanie pszenicy ozimej. Hysing i Wiik (2014) badali wpływ stopnia porażenia grzybów z rodzaju *Fusarium* i gatunku *M. nivale* na poziom plonowania pszenicy jarej, ozimej i owsa. Istotny spadek plonowania obserwowano jedynie w uprawie pszenicy ozimej, który wyniósł około 10%. Wpływ stopnia porażenia grzybów fuzaryjnych na spadek plonowania zbóż wykazano również w badaniach Al-Abdalall (2010). Natomiast

negatywny wpływ *M. nivale* na plonowanie pszenicy jarej oraz ozimej wykazali w swojej pracy Johansson i in. (2003). Kolejnym ważnym gospodarczo patogenem, który stanowi poważne zagrożenie w uprawach pszenicy i jęczmienia jest gatunek *B. sorokiniana* (Acharya i in. 2011). Patogen zagraża uprawom zbóż głównie w ciepłych i wilgotnych strefach klimatycznych (Acharya i in. 2011). Wraz z następującymi zmianami klimatycznymi stanowi on coraz większe niebezpieczeństwo dla upraw zbożowych, również w warunkach Polski (Wiewióra, 2006a). Przeprowadzone badania wskazują, że wzrost porażenia ziarna przez *B. sorokiniana* wpływał na znaczne obniżenie poziomu plonowania pszenicy. Obserwowane porażenie na poziomie 45-60% powodowało obniżenie plonu o około 40% (Chowdhury i in., 2010). Doświadczenia przeprowadzone w polskich warunkach klimatycznych na owsie wykazały spadek plonu badanych odmian od 35% dla odmiany Borowik do 84% dla odmiany Akt (Kiecana i Cegiełko, 2007). Spadek plonowania potwierdzają również badania Sharma i Duveiller (2006) oraz Burlakoti i in. (2013). Patogen ten jest sprawcą chorób poduszkowych, plamistości liści oraz zgnilizny korzeni, a źródłem infekcji może być zarówno materiał siewny, jak również gleba (Burlakoti i in., 2013). Uszkodzenie liści przez *B. sorokiniana* w postaci plam różnej wielkości wpływało istotnie na obniżenie plonowania oraz oddziaływało silniej niż usunięcie podobnej powierzchni liścia (Wazziki i in., 2015). Patogen ten może znajdować się wyłącznie na powierzchni ziarniaka, nie wpływa wtedy na zdolność kiełkowania. Jednak rozwijająca się na okrywie grzybnia może porażać siewkę, prowadząc do zahamowania wzrostu i pojawienia się plam na liściach. Infekcja głębszych warstw ziarna ma wpływ na kiełkowanie i prowadzi do wytworzenia większej liczby siewek nie normalnych (Wiewióra, 2006b). W badaniach Kosiada (2013) *B. sorokiniana* istotnie wpływał na ograniczenie wschodów jęczmienia. Inny ważny gospodarczo gatunek to *Ustilago tritici*, sprawca główki pyłającej pszenicy. W badaniach Mobasser i in. (2012) wykazano silną ujemną korelację pomiędzy kiełkowaniem ziarna, a jego obecnością w materiale siewnym. Badania Murray i Brennan (2009) wykazały możliwy spadek plonowania o 20% w następstwie porażenia uprawy pszenicy przez ten gatunek grzyba.

Metody poprawy wartości siewnej

Poprawa wartości siewnej nasion obejmuje oczyszczanie materiału z nasion obcych i zanieczyszczeń oraz szereg metod zaprawiania nasion przed siewem. Przedsiębiorcze oczyszczenie materiału siewnego z wykorzystaniem sortownika grawitacyjnego oraz sortownika fotoelektrycznego wykazało znaczny wpływ na poprawę plonowania pszenicy (Lollato i in., 2020). W celu zaprawiania

nasion mogą być wykorzystane metody fizyczne (np. ozonowanie, napromieniowanie mikrofalami, ultradźwięki, promieniowanie laserowe), biologiczne (efektywne mikroorganizmy, wyciągi z roślin) oraz chemiczne (Szajsner, 2009; Małuszyńska i in., 2012; Lollato i in., 2020; Bezpál'ko i in., 2019). Wyniki wielu badań wskazują, że wszystkie te zabiegi pozytywnie wpływają na wartość siewną. Zaprawianie nasion metodą fizyczną poprzez napromieniowanie ziarna mikrofalami przy określonym czasie i mocy poprawiło zdolność kiełkowania ziarna w doświadczeniach Bezpál'ko i in. (2019). Podniesienie zdolności kiełkowania można również uzyskać poprzez biostymulację ziaren promieniami lasera półprzewodnikowego. Dobór odpowiedniej dawki promieniowania zależy od zastosowanej odmiany pszenicy ozimej (Szajsner, 2009). Naświetlanie zbóż laserem może również prowadzić do obniżenia zdolności kiełkowania co przedstawiono w pracy Szajsner i Drozd (2007), która badała reakcje odmian jęczmienia jarego na trzy dawki promieniowania. Badania Forsberg i in. (2005) wykazały pozytywny wpływ odkażania ziarna przy użyciu nawiewu z gorącą parą wodną na pszenicę zainfekowaną przez *Fusarium* spp. i *Tilletia caries*, co skutkowało wzrostem plonowania o 21%. Natomiast u jęczmienia porażonego przez *Drechslera teres*, *D. graminea* i *Bipolaris sorokiniana* zastosowanie tego zabiegu spowodowało 11% wzrost plonu. W przypadku pszenicy i jęczmienia odkażanie ziarna parą wodną, dało lepsze rezultaty niż zaprawy chemiczne, ale w owsie obserwowano odwrotną zależność. W tym przypadku wyższy wzrost plonu o 6% w stosunku do kontroli wystąpił po zastosowaniu chemicznego zaprawiania ziarna. Ekstrakty z ro-

ślin stanowią jedną z ekologicznych metod zaprawiania nasion wpływających na ograniczenie liczebności patogenów, co przekłada się również na wzrost zdolności kiełkowania (Ahmad i in., 2016; Islam i in., 2015; Kena, 2016). Preparaty biologiczne na bazie grzyba mikroskopowego *Trichoderma viride* wpłynęły równie pozytywnie na hamowanie infekcji wywołanej przez *Fusarium*, co chemiczne środki ochrony roślin. Jednocześnie preparat zawierający ten gatunek wykazał od 8 do 10-krotnie skuteczniejsze oddziaływanie na zmniejszenie zawartości mykotoksyn wytworzonych przez *Fusarium* w porównaniu do ochrony chemicznej (Kolombet i in., 1999, za: Schisler i in., 2002). Jednak w dalszym ciągu jedną z najpowszechniej stosowanych metod poprawy wartości siewnej stanowią chemiczne zaprawy nasienne. Wykorzystanie tej metody wpływa istotnie na ograniczenie liczby mikroorganizmów występujących w materiale siewnym oraz podnosi zdolność kiełkowania (Wiewióra, 2003). Jednak nie zawsze zastosowanie zaprawy chemicznej oddziaływało korzystnie na zdolność kiełkowania, co przedstawiono w pracy Panasiewicz i in. (2007). Partal i in. (2014) wykazali pozytywny wpływ stosowania zapraw nasiennych na poziom plonowania pszenicy, jęczmienia oraz pszenżyta w porównaniu do upraw, gdzie stosowano nasiona niezaprawiane. Uzyskane wyniki wykazały, że plon z upraw, gdzie użyto zaprawiany materiał siewny był od 20% do 80% wyższy w zależności od warunków pogodowych oraz zastosowanych technologii w porównaniu do kontroli. Pozytywny wpływ zapraw chemicznych na uprawy zbożowe obserwowali również Lukin i in. (2020), Pertseva i in. (2020).

Literatura

- Acharya, K., Dutta, A.K., Pradhan, P. (2011). *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem: The most destructive wheat fungal pathogen in the warmer areas. *Australian Journal of Crop Science*. 5(9): 1064-1071.
- Adamczewski, K., Matysiak, K., Kierzek, R., Kaczmarek, S. (2019). Significant increase of weed resistance to herbicides in Poland. *Journal of Plant Protection Research*. 59(2): 139-150.
- Ahmad, L., Pathak, N., Zaidi, R.K. (2016). Antifungal potential of plant extracts against seed-borne fungi isolated from barley seeds (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Pathology & Microbiology*. 7: 350.
- Ahmad, W., Akbar, M., Farooq, U., Alia, A., Khan, F. (2014). Allelopathic effects of aqueous extracts of *Avena fatua* on seed germination and seedling growth of *Triticum aestivum* (variety GW-273). *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*. 8(2(1)): 38-42.
- Al-Abdalall, A.H. (2010). Assessment of yield loss caused by root rots in wheat and barley. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 8(2): 638-641.
- Amza, J. (2018). Seed borne fungi: food spoilage, negative impact and their management: a review. *Food Science and Quality Management*. 81: 70-79.
- Bezpál'ko, V.V., Zhukova, L.V., Stankevych, S.V. Ogurtsov, Y.H., Klymenko, I. I., Hutians'kyi, R.A., Fesenko, A.M., Turenko, V.P., Zabrodina, I.V., Bondarenko, S.V., Batova, O. M., Golovan, L.V., Klymenko, I.V., Poedinceva, A.A., Melenti, V.O. (2019). Ecologically safe methods for presowing treatment of cereal seeds. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(3): 187-197.
- Blackshaw, R.E., O'Donovan, J.T., Harker, K.N., Clayton, G.W., Stougaard, R.N. (2006). Reduced herbicide doses in field crops: A review. *Weed Biology and Management*. 6: 10-17.
- Bohne, B., Dietze, P. (2008). Rośliny trujące 170 gatunków roślin ozdobnych i dziko rosnących. Bellona Spółka Akcyjna, Warszawa: 17.
- Borówczak, F., Rębarz, K. (2008). Wpływ deszczowania i systemu uprawy na elementy plonowania i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 53(3): 27-31.
- Burlakoti, R.R., Shrestha, S.M., Sharma, R.C. (2013). Impact of seed-borne inoculum, irrigation, and cropping pattern on propagation of *Bipolaris sorokiniana* and epidemiology of foliar blight and common root rot in spring wheat. *Journal of Plant Pathology*. 95(3): 571-578.

- Chaudhary, S.U., Hussain, M., Ali, A., Iqbal, J. (2008). Effect of weed competition period on yield and yield components of wheat. *Journal of Agricultural Research*. 46 (1): 47-53.
- Cheam, A.H., Storrie, A.M., Koetz, E.A., Holding, D.J., Bowcher, A.J., Barker, J.A. (2008). Managing wild radish and other brassicaceous weeds in Australian cropping systems. *CRC for Australian Weed Management*. Adelaide, Australia. 15-20.
- Chowdhury, S.R., Aminuzzaman, F.M., Islam, M.R., Zaman, R. (2010). Effect of different levels of seed infection by *Bipolaris sorokiniana* on leaf blight severity, grain formation, yield and subsequent seed infection of wheat. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 3(2): 219-224.
- Ciesielska, A., Borkowska, M. (2010). Wpływ wodnych wyciągów ze zmielonych nasion *Agrostemma githago* na kiełkowanie ozimych form pszenicy i jęczmienia. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 55(3): 40-43.
- Dawson, W.A.J.M., Bateman, G.L. (2001). Fungal communities on roots of wheat and barley and effects of seed treatments containing fluquinconazole applied to control take-all. *Plant Pathology*. 50(1): 75-82.
- Draz, I.S., El-Gremi, S.M., Youssef, W.A. (2016). Pathogens associated with wheat black-point disease and responsibility in pathogenesis. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*. 8: 71-78.
- Eslami, A. V., Gill, G.S., Bellotti, B., McDonald, G. (2006). Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. *Weed Science*. 54:749-756.
- European Commission. Dostęp: 24.07.2023 <https://agridata.ec.europa.eu/extensions/DashboardCereals/CerealsProduction.html>
- Feledyn-Szewczyk, B., Duer, I. (2006). Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 51(2): 30-35.
- Forsberg, G., Johnsson, L., Lagerholm, J. (2005). Effects of aerated steam seed treatment on cereal seed-borne diseases and crop yield. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 112(3): 247-256.
- Fradgley, N.S., Creissen, H.E., Pearce, H., Howlett, S.A., Pearce, B.D., Döring, T.F., Girling, R.D. (2017). Weed suppression and tolerance in winter oats. *Weed Technology*. 31: 740-751.
- Geodecki, M., Grundas, S., Sosnowski, S. (2003). Uszkodzenia mechaniczne ziarna pszenicy w okresie przedżniwnym jako przyczyna strat plonu. *Acta Agrophysica*. 2(1): 51-60.
- Gharde, Y., Singh, P.K., Dubey, R.P., Gupta, P.K. (2018). Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weed in India. *Crop Protection*. 107: 12-18.
- Gonzalez-Diaz, L., Bastida, F., Gonzalez-Andujar, J. (2020). A bioeconomic model for the analysis of control strategies for *Lolium rigidum* and *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* in winter wheat. *International Journal of Plant Production*. 14: 37-42.
- Hashem, A., Wilkins, N. (2002). Competitiveness and persistence of wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) in a wheat-lupin rotation. *Thirteenth Australian Weeds Conference*. 712-715.
- Hassani, F., Zare, L., Khaledi, N. (2019). Evaluation of germination and vigor indices associated with *Fusarium*-infected seeds in pre-basic seeds wheat fields. *Journal of Plant Protection Research*. 59(1): 69-85.
- Heap, I. (2014). Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*. 70: 1306-1315.
- Hoad, S., Neuhoﬀ, D., Davies, K. (2005). Field evaluation and selection of winter wheat for competitiveness against weeds. *Proceedings of the COST SUSVAR/ECO-PB Work shop on Organic Plant Breeding Strategies and the Use of Molecular Markers*. 61-66.
- Hofmeijer, M.A.J., Krauss, M., Berner, A., Peigné, J., Mäder, P., Armengot, L. (2019). Effects of reduced tillage on weed pressure, nitrogen availability and winter wheat yields under organic management. *Agronomy*. 9(4): 180.
- Horoszkiewicz-Janka, J., Jajor, E., Korbas, M. (2012). Występowanie chorób pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. *Progress in Plant Protection*. 52(4): 998-1004.
- Horoszkiewicz-Janka, J., Jajor, E., Pieczul, K. (2016). Wpływ systemu uprawy i przedplonu na zasiedlenie ziarna przez grzyby rodzaju *Fusarium* i zawartość mikotoksyn w ziarnie pszenicy jarej. *Progress in Plant Protection*. 56(1): 12-18.
- Hysing, S.C., Wiik, L. (2014). *Fusarium* seedling blight of wheat and oats: effects of infection level and fungicide seed treatments on agronomic characters. *Acta Agriculturae Scandinavica, Soil & Plant Science*. 64(6): 537-546.
- Islam, S., Ali, A., Sarker, N. I. (2015). Efficacy of medicinal plants against seed borne fungi of wheat seeds. *International Journal of Natural and Social Sciences*. 2: 48-52.
- Iwaniuk, P., Konecki, R., Snarska, K., Łozowicka, B. (2018). Quantitative evaluation of *Fusarium* species and crop quality traits in wheat varieties of northeastern Poland. *Journal of Plant Protection Research*. 58(4): 413-419.
- Jäck, O., Menegat, A., Gerhards, R. (2017). Winter wheat yield loss in response to *Avena fatua* competition and effect of reduced herbicide dose rates on seed production of this species. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 124: 371-382.
- Jaske, M., Lenc, L., Gromadzka, K., Feledyn-Szewczyk, B. (2018). Występowanie fuzariozy kłosów oraz zasiedlenie przez *Fusarium* spp. ziarna pszenicy jarej pochodzącego z upraw ekologicznych z różnych rejonów Polski. *Progress in Plant Protection*. 58(2): 135-140.
- Johansson, P.M., Johnsson, L., Gerhardson, B. (2003). Suppression of wheat-seedling diseases caused by *Fusarium culmorum* and *Microdochium nivale* using bacterial seed treatment. *Plant Pathology*. 52: 219-227.
- Kena, M.A. (2016). Evaluation of selected seed treatment methods for the control of *Fusarium graminearum* and *F. avenaceum* on wheat seeds. *Journal of Agricultural Technology*. 12(4): 731-741.
- Khairnar, D.N., Kelhe, A.S. Khairnar, A.B. (2011). Fungal diversity and mycotoxin effect on seed-borne fungi, seed germination and seedling vigour of some cereals of Nashik district. *Nature Environment and Pollution Technology*. 10(3): 485-486.
- Khan, I.A., Hassan, G., Khan, B.M. (2008). Interaction of wild oats (*Avena fatua* L.) with spring wheat (*Triticum aestivum* L.) seeded at different rates. *Pakistan Journal of Botany*. 40(3): 1163-1167.
- Khan, I., Hassan, G., Khan, M.I., Gul, M. (2007). Effect of wild oat (*Arvena fatua* L.) population and nitrogen levels on some agronomic traits of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 31: 91-101.
- Kiecana, I., Ciegiełko, M. (2007). Pathogenicity of *Bipolaris sorokiniana* (sacc.) Shoem. to selected oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *Plant Breeding and Seed Science*. 56: 31-45.
- Kiecana, I., Mielniczuk, E., Perkowski, J., Goliński, P. (2005). Porażenie wiech przez *Fusarium poae* (Peck) Wollenw. oraz zawartość mikotoksyn w ziarnie owsa. *ACTA Agrobotanica*. 58(2): 91-102.

- Kosiada, T. (2013). Influence of *Ascochyta*, *Bipolaris*, *Drechslera*, *Fusarium* inoculations on the germination, emergence and infection of Barley leaves. *Cereal Research Communications*. 41(1): 116-125.
- Koziara, W., Panasiewicz, K., Sulewska, H., Sobieszcański, R. (2015). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i wartość siewną ziarna pszenżyta ozimego odmiany Gniewko. *Fragmenta Agronomica*. 32(1): 73-81.
- Krasowicz, S. (2019). Regionalne zróżnicowanie uwarunkowań konkurencyjności polskiego rolnictwa. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 59(13): 93-108.
- Kusińska, E. (2008). Wpływ warunków przechowywania ziarna pszenicy za zdolność kiełkowania. *Inżynieria Rolnicza*. 9(107): 165-171.
- Lashgari, M., Mobli, H., Omid, M., Alimardani, R., Mohtasebi, S. S. (2008). Qualitative Analysis of Wheat Grain Damage during Harvesting with John Deere Combine Harvester. *International Journal of Agriculture And Biology*. 10: 201-204.
- Lehoczyk, E., Okumu Nelima, M., Szabó, R., Szalai, A., Nagy, P. (2011). Allelopathic effect of *Bromus* spp. and *Lolium* spp. shoot extracts on some crops. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 76(3): 537-544.
- Lenc, L., Jończyk, K. (2019). Fuzarioza kłosów oraz występowanie i szkodliwość grzybów zasiedlających ziarno wybranych odmian pszenżyta ozimego (*Triticale*) uprawianego w systemie ekologicznym. *Progress in Plant Protection*. 59(4): 244-251.
- Lollato, R.P., Mark, K., Jaenisch, B.R. (2020). Wheat grain yield response to seed cleaning and seed treatment as affected by seeding rate during the 2018–2019 growing season in Kansas. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 6(5): 24. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7940>
- Lukin, A.L., Podlesnykh, N.V., Zadorozhnaya, V.A., Nekrasova, T.P. (2020). The effect of biological and chemical seed treatment on oats production capacity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 422: 012015. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/422/1/012015>
- Majchrzak, L. (2007). Kiełkowanie zbóż w warunkach sąsiedztwa ziarniaków *Avena fatua* L. i *Festuca rubra* L. – aspekt allelopatyczny. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sectio E*. 62(2): 185-192.
- Malaker, P.K., Mian, I.H., Bhuiyan, K.A., Akanda, A.M., Reza, M.M.A. (2008). Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 33(3): 469-477.
- Małuszyńska, E., Szydłowska, A., Martyniak, D., Dziamba, S., Dziamba, J. (2012). Wpływ preparatów zawierających efektywne mikroorganizmy na zdolność kiełkowania nasion z upraw ekologicznych. *Biuletyn IHAR*. 263: 33-42.
- Mikhailova, Z.I., Puchkova, E.P.; Martynova, O.V. (2020). Harmfulness of the awweed plant *Cirsium arvense* and spring wheat productivity after herbicides application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 548: 042010. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/548/4/042010>
- Mobasser, S., Jazayeri, M.R., Khazaei, F., Sadeghi, L. (2012). Wheat seed contamination with seed-borne diseases in cold climatic zone of Iran. *International Journal of Plant Production*. 6(3): 337-352.
- Murray, G.M., Brennan, J.P. (2009). Estimating disease losses to the Australian wheat industry. *Australasian Plant Pathology*. 38: 558-570.
- Nadulski, R., Kusińska, E., Guz, T., Kobus, Z. (2012). Wpływ wilgotności ziarniaków i nacisku pionowego na ich energię i zdolność kiełkowania. *Agricultural Engineering*. 2(137) T. 2: 221-229.
- Nath, C.P., Das, T.K., Rana, K.S., Bhattacharyya, R., Pathak, H., Paul, S., Meena, M.C, Singh, S.B. (2017). Weed and nitrogen management effects on weed infestation and crop productivity of wheat-mungbean Sequence in conventional and conservation tillage practices. *Agricultural Research*. 6(1): 33-46.
- Nazari, L., Patteri, E., Manstretta, V., Terzi, V., Morcia, C., Somma, S., Moretti, A., Ritieni, A., Rossi, V. (2018). Effect of temperature on growth, wheat head infection, and nivalenol production by *Fusarium poae*. *Food Microbiology*. 76: 83-90.
- NIK. (2018). NIK o spółkach hodowli roślin. Dostęp: 25.07.2023. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-spolkach-hodowli-roslin.html>
- Özer, N. (2005). Determination of the fungi responsible for black point in bread wheat and effects of the disease on emergence and seedling vigour. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 6(1): 35-40.
- Panasiewicz, K., Koziara, W., Sulewska, H. (2007). Parametry wigorowe ziarna zbóż w zależności od biologicznych i chemicznych zapraw nasiennych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 52(4): 14-17.
- Partal, E., Paraschivu, M., Cotuna, O. (2014). Influence of seeds treatment on the cereales production. *Research Journal of Agricultural Science*. 46(2): 270-276.
- Pertseva, E.V., Burlaka, G.A., Kiselyova, L.V., Vasina, N. V., Kozhevnikova, O.P. (2020). Monitoring of the phytosanitary efficiency of pre-sowing spring wheat seed treatment. *BIO Web of Conferences*. 17: 00005. https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/01/bioconf_fies2020_00005/bioconf_fies2020_00005.html
- Podolska, G. (2008). Wpływ wielkości nasion na wartość siewną, cechy struktury plonu, budowę łanu i plonowanie pszenicy ozimej. *Fragmenta Agronomica*. 25(1): 327-337.
- Ponichtera, P. (2010). Ocena jakości materiału siewnego zbóż jarych przeznaczanych do siewu w gospodarstwach rolnych gminy Goworowo. *Zeszyty Naukowe Ostroleckiego Towarzystwa Naukowego*. 24: 113-122.
- Ponichtera, P., Lewicki, B. (2014). Charakterystyka materiału siewnego zbóż jarych w gminie Janów. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży*. 56: 96-106.
- Prusiński, J., Jendrzyczak, E., Barca, K. (2013). Analiza wyników oceny wartości siewnej ziarna zbóż z plantacji nasiennych województwa pomorskiego w latach 2005-2010. *Fragmenta Agronomica*. 30(2): 123-133.
- Rola, H., Żurawski, H. (1988). Wpływ stopnia zachwaszczenia *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Anthemideae* na zawartość azotu, fosforu i potasu w ziarnie pszenicy ozimej i jarej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 349: 47-55.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 maja 2020 r. poz. 975 zmieniające rozporządzenie w sprawie terminów składania wniosków o dokonanie oceny polowej materiału siewnego poszczególnych grup roślin lub gatunków roślin rolniczych i warzywnych oraz szczegółowych wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału siewnego tych roślin: Załącznik 3.
- Rudnicki, F., Jaskulski, D. (2006). Ocena wzajemnego oddziaływania konkurencyjnego pomiędzy roślinami uprawnymi a chwastami w łanach. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 5: 45-52.

- Rukavina, H., Kolak, I., Šarčević, H., Šatović, Z. (2002). Seed size, yield and harvest characteristics of three Croatian spring malting barleys. *Die Bodenkultur*. 53(1): 9-12.
- Sarwar, M., Ali, A., Maqbool, M. M., Ahmad, M., Mahmood, R., Ul Haq, T. (2013). Suppressing impact of *Avena fatua* and *Phalaris minor* on the growth and yield in wheat. *Pakistan Journal of Nutrition*. 12(10): 912-916.
- Sawant, A.A., Patil, S.C., Kalse, S.B., Thakor, N.J. (2012). Effect of temperature, relative humidity and moisture content on germination percentage of wheat stored in different storage structures. *CIGR Journal* 14(2): 110-118.
- Schisler, D.A., Khan, N.I., Boehm, M.J. (2002). Biological control of fusarium head blight of wheat and deoxynivalenol levels in grain via use of microbial antagonists. [w:] *Advances in experimental medicine and biology 504: Mycotoxins and food safety* Red. De Vries J.W., Trucksess M.W., Jackson L.S. Springer-Science + Business Media New York. 53-69.
- Segit, Z., Szwed, G., Szwed-Ubaś, K. (2003). Uszkodzenia ziarniaków pszenicy twardej w wyniku obciążeń dynamicznych. *Acta Agrophysica*. 2(4): 841-849.
- Shabi, T.H., Islam, A. K. M., Hasan, A. K., Juraim, A. S., Anwar, M.P. (2018). Differential weed suppression ability in selected wheat varieties of Bangladesh. *Acta Scientifica Malaysia*. 2(2): 1-7.
- Shahbazi, F., Valizadeh, S., Dowlatshah, A. (2012). Mechanical damage to wheat and triticale seeds related to moisture content and impact energy. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 14(4): 150-155.
- Shahwani, A.R., Ullah, S., Khan, S., Mengal, B., Bashir, W., Noor, H., Ahmed, R., Sial, A.H., Sabiel, S.A.I., Razaq, K. Shahwani, A.A., Mengal, A. (2014). Influence of seed size on germinability and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Journal of Natural Sciences Research*. 4(23): 147-155.
- Sharma, R.C., Duveiller, E. (2006). Spot blotch continues to cause substantial grain yield reductions under resource-limited farming conditions. *Journal Phytopathology*. 154: 482-488.
- Sharma, R., Rana, M.C., Rana, S.S., Sharma, G.D. (2016). Effect of herbicide combinations on nutrients depletion by weeds in wheat. *Himachal Journal of Agricultural Research*. 42(1): 78-81.
- Siddiqui, I., Bajwa, R., Huma, Z. E., Javaid, A. (2010). Effect of six problematic weed on growth and yield of wheat. *Pakistan Journal of Botany*. 42(4): 2461-2471.
- Sobieszkański, R. (2015). Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wartość siewną ziarna pszenżyta jarego. *Zagadnienia aktualne poruszane przez młodych naukowców*. 2(1): 155-156.
- Strzelecki, A.W. (1991). Wartość siewna i przechowalnicza pszenżyta ozimego w zależności od warunków zbioru. *Biuletyn IHAR* 180: 23-31.
- Sulek, A. (2015). Rola materiału siewnego i czynniki decydujące o jego jakości w produkcji zbóż. *Studia i raporty IUNG-PIB*. 44(18): 135-147.
- Szajsner, H., Drozd, D. (2007). Reakcja odmian jęczmienia jarego na promieniowanie laserowe. *Acta Agrophysica*. 9(3): 783-790.
- Szajsner, H. (2009). Wstępna ocena wpływu światła lasera na zmiany cech morfologicznych i siły diastatycznej genotypów pszenicy ozimej. *Acta Agrophysica*. 14(2): 491-499.
- Szwed, G., Łukaszuk, J. (2007). Effect of rapeseed and wheat kernel moisture on impact damage. *International Agrophysics*. 21: 299-304.
- Tavares, L.C., Lemes, E. S., Ruchel, Q., Westendorff, N. R., Agostinetto, D. (2019). Criteria for decision and economic threshold level for wild radish in wheat crop. *Planta Daninha*. 37.
- Trotsenko, V., Zabudsky, A. (2020). Influence of physical and mechanical properties and condition of barley grain on damage during mechanical processing. *Proceedings of the International Scientific Conference The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector (TFTS 2019): Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 393: 180-184.
- Vogelgsang, S., Sulyok, M., Hacker, A., Jenny, E., Krska, R., Schuhmacher, R., Forrer, H.R. (2008). Toxigenicity and pathogenicity of *Fusarium poae* and *Fusarium avenaceum* on wheat. *European Journal of Plant Pathology*. 122: 265-276.
- Walsh, M.J., Minkey, D.M. (2006). Wild radish (*Raphanus raphanistrum* L.) development and seed production in response to time of emergence, crop-topping and sowing rate of wheat. *Plant Protection Quarterly*. 21(1): 25-29.
- Walsh, M.J., Owen, M.J., Powles, S.B. (2007). Frequency and distribution of herbicide resistance in *Raphanus raphanistrum* populations randomly collected across the Western Australian wheatbelt. *Weeds Research*. 47(6): 542-550.
- Wazziki, H.E., Yousfi, B.E., & Serghat, S. (2015). Contributions of three upper leaves of wheat, either healthy or inoculated by *Bipolaris sorokiniana*, to yield and yield components. *Australian Journal of Crop Science*. 9(7): 629-637.
- Wiewióra, B. (2003). Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej. Cz. I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania i wigor. *Biuletyn IHAR*. 228: 81-87.
- Wiewióra, B. (2006a). *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. — identyfikacja, biologia oraz znaczenie w uprawie zbóż. *Biuletyn IHAR*. 242: 131-139.
- Wiewióra, B. (2006b). Pathogenic ability of *Bipolaris sorokiniana* in relation to spring barley (*Hordeum vulgare*). *Phytopathologia Polonica*. 41: 5-14.
- Wiewióra, B. (2007). Health of naked and husked grain of spring barley after harvest and storage. *Phytopathologia Polonica*. 43: 37-52.
- Wiewióra, B. (2010). Wpływ zdrowotności materiału siewnego jęczmienia jarego na występowanie chorób na roślinach oraz wartość siewną zebranego ziarna. *Biuletyn IHAR*. 257/258: 3-16.
- Zareian, A., Hamidi, A., Sadeghi, H., Jazaeri, M.R. (2013). Effect of seed size on some germination characteristics seedling emergence percentage and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in laboratory and field. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 13(8): 1126-1131.
- Ziemińska, J., Wyrzykowska, M., Niewęglowski, M. (2015). Jakość materiału siewnego pszenicy ozimej (*Triticum aestivum*) uprawianej w wybranych gospodarstwach w rejonie środkowo-wschodniej Polski. *Fragmenta Agromonica*. 32(4): 97-104.