

ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

Metody zaprawiania materiału siewnego dozwolone w rolnictwie ekologicznym

Seed dressing methods allowed in organic farming

Jolanta Kowalska^{A*}, Joanna Łukaszyk^B

Streszczenie

Zaprawianie materiału siewnego jest pierwszym i czasami najważniejszym zabiegiem ochronnym. Stosowanie środków biologicznych i naturalnych jest obecnie zabiegiem alternatywnym dla chemicznych zapraw. W rolnictwie ekologicznym zaprawy chemiczne nie są dozwolone i dlatego wykorzystanie wszystkich innych dozwolonych metod i substancji oraz sposobów jest interesującym zagadnieniem dla praktyki. Artykuł omawia szereg metod i prezentuje wyniki badań prowadzonych w ostatnich latach z tego zakresu. Omówiono możliwości stosowania zaprawiania pozwalającego na stymulowanie kiełkowania, zapewnienie zdrowotności siewek oraz polepszenie ich rozwoju, co w warunkach rolnictwa ekologicznego jest ważnym czynnikiem powodzenia w uprawie.

Słowa kluczowe: substancje podstawowe, substancje naturalne, mikroorganizmy pożyteczne, patogeny glebowe

Abstract

Seed treatment is the first, and sometimes the most important, protective treatment. The use of biological and natural agents is now an alternative to using chemical substances in this process. In organic farming, chemical dressing is not allowed, therefore the use of all other permitted methods and substances is an important topic for work experience. The article includes a large number of seed dressing methods and the results of research carried out in recent years within this topic. The possibilities of seed dressing that stimulate germination, ensure the health and development of seedlings and are dedicated to organic farming system are presented, which in the conditions of organic farming is an important factor of success in cultivation.

Key words: basic substances, natural substances, beneficial microorganisms, soil pathogens

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

*corresponding author: j.kowalska@iorpib.poznan.pl

ORCID: ^A0000-0002-0588-7355, ^B0000-0002-4481-2014

Wstęp / Introduction

Zaprawianie nasion to najbardziej skuteczny sposób stosowania środków ochrony roślin. Zabieg ten może być stosowany punktowo, niekoniecznie na całej plantacji, jest to najtańszy i najłatwiejszy do wykonania zabieg ochronny, może być także sposobem uszlachetniania nasion, któremu przypisuje się głównie zadanie odkażające materiał siewny (Piekutowska 2017). Aktualnie w kraju zarejestrowane są 104 zaprawy fungicydowe oraz 5 środków ochrony roślin – zaprawy insektycydowe. Pod koniec 2023 roku tych środków będzie już mniej z uwagi na wycofywanie kolejnych substancji czynnych. Przewiduje się, że dostępnych będzie jedynie 96 zapraw fungicydowych oraz 5 insektycydowych. W przypadku wycofania kolejnych substancji czynnych, planowanych do zastąpienia zostanie już tylko 31 środków ochrony roślin – zapraw fungicydowych oraz 4 zaprawy insektycydowe. Wymienione tutaj liczby zapraw w większości nie są dozwolone dla rolnictwa ekologicznego. Dla potrzeb rolnictwa ekologicznego aktualnie zakwalifikowana jest jedna zaprawa fungicydowo-insektycydowa rekomendowana do stosowania w rzepaku przeciwko suchej zgniliznie kapustnych i pchełkom (Integral-Pro) oraz są 3 zaprawy fungicydowe przeznaczone do zaprawiania bulw przeciwko rizoktoniozie ziemniaka (Proradix, Protexio, Serenade).

W związku ze zmniejszaniem się ilości substancji czynnych w Unii Europejskiej, a co za tym idzie, ze zmniejszaniem się liczby środków chemicznej ochrony stosowanych w rolnictwie, biologiczne sposoby polepszania jakości nasion zaczynają cieszyć się wzrastającym zainteresowaniem (Grzanka i wsp. 2018). Także w związku ze wzrastającą świadomością środowiskową i zdrowotną konsumentów coraz chętniej sięgają po produkty ekologiczne. W ostatnich latach można zaobserwować dynamiczny wzrost zapotrzebowania na żywność ekologiczną, certyfikowaną i wysokiej jakości (Melski i Walkowiak-Tomczak 2016). Okres pandemii i potrzeba wprowadzenia do jadłospisu naturalnych produktów stymulujących naturalne siły obronne organizmu człowieka także przyczyniły się do znacznego wzrostu popytu na produkty ekologiczne, szczególnie na kiszonki (www.warzywa.pl/informacje-z-firm/rosnie-popyt-na-zywnosc-ekologiczna/).

Ekologiczna produkcja żywności to także działania na rzecz ochrony środowiska poprzez odpowiedzialne zarządzanie zasobami naturalnymi. Elementy środowiska przyrodniczego, do których zaliczana jest: woda, gleba, różnorodność biologiczna oraz krajobraz rolniczy podlegają nieustannym zmianom. Bardzo często są to zmiany niekorzystne, spowodowane działalnością rolniczą (Gładkowska i Gałązka 2017). Jest to spowodowane głównie przez nieodpowiedzialne i czasami nadmierne stosowanie chemicznych środków produkcji. W związku z tym bardzo ważne jest podkreślanie funkcji środowiskowych, które realizuje rolnictwo ekologiczne w aspekcie produk-

cji żywności, która ma narzucone odgórnie przez ustawodawstwo prawne bariery obligujące do stosowania tylko i wyłącznie naturalnych środków produkcji rolniczej. Rolnictwo ekologiczne w Polsce w ostatnim czasie przechodzi poważne przeobrażenia. Począwszy od 2014 r. zauważalny jest brak wzrostu liczby gospodarstw i powierzchni użytków rolnych. Kształtujący się trend niestety jest odwrotny do oczekiwanego zgodnie ze Wspólną Polityką Rolną. Jednakże, pomimo tego, że w latach 2013–2018 areal ekologicznych użytków rolnych zmniejszył się, to jednocześnie zanotowano wzrost arealu zbóż, warzyw i innych upraw polowych. Proces ten sprawił, że znacząco wzrosła produkcja tych grup upraw (Nachtman 2021).

Materiał siewny wprowadzony do gleby napotyka na zagrożenia ze strony wielu patogenów glebowych, które są sprawcami chorób. Powoduje to, że kiełkujące ziarna i wschodzące siewki podczas kontaktu z patogenami często nie są zdolne do dalszego wzrostu lub ulegają uszkodzeniom. Skutkiem tych uszkodzeń jest pogorszenie jakości uzyskanych plonów oraz obniżone plonowanie. Podstawowym warunkiem do uzyskania wysokich plonów o dobrych parametrach jakościowych jest zastosowanie materiału siewnego dobrej jakości oraz poddanie go zaprawianiu. Polegając tylko i wyłącznie na samych metodach agrotechnicznych z wykorzystaniem sprzętu, nawozów i innych środków produkcji można spowodować, że nie osiągnie się wymiernych efektów produkcyjnych. Wysiew kwalifikowanego materiału siewnego jest najważniejszym zabiegiem pozwalającym utrzymać zdrowotność i kondycję rosnących siewek i roślin. Ponieważ maleją możliwości stosowania zapraw chemicznych nawet w rolnictwie konwencjonalnym (a w ekologicznym praktycznie ich nie ma) istnieje potrzeba wykorzystania środków do zaprawiania ziarna, które są oparte na naturalnych substancjach stosowanych w formie ekstraktu, wyciągu lub są oparte na mikroorganizmach pożytecznych itp. Po wprowadzeniu w roku 2014 obowiązku stosowania zasad integrowanej ochrony roślin wskazano właśnie na taki kierunek badań w tym zakresie (Horoszkiewicz-Janka i wsp. 2015).

Materiał siewny stosowany w rolnictwie ekologicznym musi posiadać certyfikat ekologiczny lub pozwolenie Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa oraz nie może być zaprawiony chemicznie. Nasiona/ziarno w gospodarstwie ekologicznym można zaprawiać na mokro bądź na sucho z wykorzystaniem różnych naturalnych składników lub mikroorganizmów pożytecznych stosowanych samodzielnie lub w mieszaninie znajdującej się w produkcie handlowym. Niektóre metody zaprawiania nasion zostały opracowane już wcześniej, mogą być wykorzystywane w rolnictwie ekologicznym i można je znaleźć w literaturze, np. wykorzystanie mleka w proszku (Plakholm i Sollinger 2000; Borgen i Davanlou 2001), mączki z nasion gorczycy (Spiep i Dutschke 1991) i octu (Borgen i Nielsen 2001). Zaprawy nasienne mogą mieć w swoim składzie także mi-

krórganizmy lub ich metabolity, mogą mieć pochodzenie roślinne lub mogą pochodzić od zwierząt (Copping i Menn 2000).

Celem niniejszego artykułu jest przegląd możliwości wykorzystania rozmaitych metod oraz substancji i mikroorganizmów do zaprawiania materiału siewnego wykorzystywanego w gospodarstwie ekologicznym.

Ogólnie przyjęto tradycyjny podział metod zaprawiania ziarna:

- metody chemiczne (dopuszczające stosowanie syntetycznych pestycydów),
- metody fizyczne (począwszy od prostych metod termoterapii, takich jak: moczenie w gorącej wodzie, poddawanie działaniu suchego gorącego powietrza, czy też traktowanie parą wodną. Zaliczyć do tych metod można również bardziej nowoczesne, np. wykorzystujące promieniowanie mikrofalowe lub jonizujące),
- metody biologiczne (oparte na działaniu żywych mikroorganizmów),
- metody biotechniczne (opierające się na działaniu substancji naturalnych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, takich jak: susze roślinne, kwasy organiczne, nadtlenek wodoru, olejki eteryczne itp.).

Niniejsza praca dotyczy jedynie metod, substancji oraz mikroorganizmów dozwolonych w rolnictwie ekologicznym i na nich się skoncentrowano.

Wykorzystanie metod fizycznych / Using of physical methods

Wśród tych metod na uwagę zasługuje poddanie ziarniaków działaniu promieni laserowych, podczerwonych oraz pola elektromagnetycznego, stosowanie otoczek biopolimerowych, wykorzystanie metody termicznej, skaryfikacji i hydroterapii. Do innowacyjnych rozwiązań w traktowaniu nasion należy metoda Vitaseed, która jest metodą zaprawiania nasion wykorzystującą urządzenie Optigrow Vitalizer 90 i pozwalającą na długie przechowywanie nasion, aktualnie głównie warzyw. Dzięki tej technice traktowania nasion udało się zwiększyć ich żywotność. Cały proces metody Vitaseed zachodzi przy użyciu jedynie wody i powietrza. W wyniku zastosowania dokładnie dobranych parametrów powietrza i wody aktywizuje się początkowe fazy kiełkowania nasion. Dzięki dobranym parametrom można uzyskać możliwość długotrwałego przechowywania traktowanych nasion oraz szybkie i jednolite wschody roślin (www.seedquest.com/portal/seedenhancement). Kondycjonowanie materiału siewnego przy zastosowaniu wyżej opisanej metody zajmuje 1–3 dni. Natomiast w metodach tradycyjnych ten czas jest o wiele dłuższy i wynosi od 1–3 tygodni. W ramach innych badań mających na celu opracowanie niechemicznych metod uszlachetniania nasion sałaty, buraka ćwikłowego i kopru ogrodowego wykorzystano różne rodzaje

zaprawiania, metody biologiczne oraz fizyczne, takie jak traktowanie nasion pulsującymi falami radiowymi i światłem LED. Stwierdzono pozytywne oddziaływanie pulsujących fal radiowych, nasświetlania lampami LED i zaprawianie w wodzie nasyconej biofumigantami na wartość siewną nasion oraz zdrowotność materiału siewnego. Wymienione powyżej metody są rzadko opisywane w literaturze specjalistycznej, gdyż są mało znane i wymagają dalszych badań w celu określenia odpowiednich parametrów ich zastosowania (Janas i Grzesik 2018). Nasiona można również uszlachetniać poprzez zastosowanie stymulacji elektromagnetycznej. Przeprowadzono doświadczenie, które miało na celu określenie wpływu różnych wariantów tej stymulacji na wartość siewną i cechy jakościowe dwóch odmian koniczyny białej: średniej – Barda i wielkolistnej – Cyma. Uzyskane wyniki pokazały, że w przypadku odmiany Barda nastąpił procentowy wzrost nasion normalnie kiełkujących we wszystkich kombinacjach stymulacji, przy czym znaczący był tylko w obiekcie, w którym zastosowano kombinacje światła lasera i zmiennego pola magnetycznego. W przypadku odmiany Cyma stymulacja nie spowodowała istotnego wpływu na procent nasion normalnie kiełkujących. Zdolność kiełkowania nasion koniczyny białej wynosiła średnio 91,7% dla odmiany Barda oraz 86,1% dla odmiany Cyma. Stwierdzono, że stymulacja elektromagnetyczna nie skutkowała istotną zmianą zdolności kiełkowania odmian koniczyny. Należy jednak podkreślić, że najwyższą zdolność kiełkowania dla obu odmian koniczyny białej zanotowano po stymulacji nasion łącznie światłem lasera i polem magnetycznym. Wzrost ten wynosił 5,3% u odmiany Barda oraz 2,9% u odmiany Cyma w porównaniu z kontrolą (Ćwintal i wsp. 2017). Skuteczność metody fizycznej przy zastosowaniu fal elektromagnetycznych badano również w uszlachetnianiu nasion wybranych gatunków roślin warzywnych. W doświadczeniu wykorzystano nasiona kopru ogrodowego oraz buraka ćwikłowego. Nasiona poddawano oddziaływaniu fal elektromagnetycznych za pomocą generatora RFG 3C PLUS (Radionics, Burlington, MA, USA). W badaniu uwzględnione zostały najważniejsze parametry przedsięwzięcia stosowania fal elektromagnetycznych: czas traktowania nasion, napięcie prądu (V), częstotliwość impulsów (Hz) oraz okres trwania impulsu (Ms). Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, iż fale elektromagnetyczne mają oddziaływanie ochronne powodując tym samym zmniejszenie liczebności grzybów patogenicznych zasiedlających i przenoszonych z nasionami buraka ćwikłowego i kopru ogrodowego oraz wpływają na poprawę zdrowotności i jakość materiału siewnego. W wyniku zastosowania fal elektromagnetycznych uzyskano redukcję grzybów patogenicznych zasiedlających nasiona (w zakresie od 50–80%). Zaobserwowano również, iż w wyniku zastosowania fal elektromagnetycznych nasiona wykazywały poprawę dynamiki kiełkowania i wschodów roślin. Ponadto zauważono, że rośliny uzyskane z nasion traktowanych falami elektromagnetycznymi cechowały się

szybszym wzrostem i rozwojem oraz większą zawartością chlorofilu w liściach. W przeprowadzonym doświadczeniu uzyskano bardzo dobre rezultaty dla buraka ćwikłowego (Janas i Grzesik 2019).

Inną metodą kondycjonowania nasion buraka ćwikłowego było hydrokondycjonowanie – zabieg ten powoduje przyspieszenie kiełkowania nasion i wschodów roślin buraka. Zabieg polegał na podniesieniu wilgotności nasion buraka ćwikłowego do poziomu około 40%. W kolejnym etapie przeprowadzano 2–3-dniową inkubację nasion w temperaturze 20°C. Tak przesuszone nasiona mogą być przechowywane do kilkunastu dni. Wykonany w ten sposób zabieg zapewnia równomierność wschodów siewek i przyspiesza ten proces. W wyniku szybszego wzrostu siewek zwiększona zostaje ich konkurencyjność w stosunku do chwastów, co znacznie ułatwia odchwaszczanie oraz ma korzystny wpływ na wzrost i plonowanie (Janas i wsp. 2017). Wyniki kolejnego badania udowodniły, że efektywnym sposobem „uwalniania” nasion buraka ćwikłowego od patogenów może być 30-minutowe płukanie kłębków w gorącej wodzie (40°C), traktowanie pulsującymi falami radiowymi oraz dwudniowa inkubacja nasion.

Wykorzystanie metod biotechnicznych – substancje pochodzenia naturalnego / Using biotechnical methods – natural substances

Wśród substancji naturalnych można wymienić substancje podstawowe, które są zgodne z art. 23 ust. 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. Substancje podstawowe to powszechnie znane i bezpieczne produkty, są stosowane w gospodarstwach domowych lub mają zastosowanie w przemyśle spożywczym. Obecnie 23 substancje zostały zakwalifikowane do listy EU i mogą być także stosowane w rolnictwie ekologicznym (Kowalska i wsp. 2021). Wykaz substancji podstawowych, które zostały zatwierdzone do stosowania w rolnictwie ekologicznym dostępny jest na stronie Instytutu Ochrony Roślin – PIB (<https://rolnictwo-ekologiczne.ior.poznan.pl/>) oraz na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Wiele substancji podstawowych może znaleźć zastosowanie w zaprawianiu nasion, np. ocet do dezynfekcji powierzchni nasion lub mączka z gorczycy. Ta ostatnia była analizowana jako zaprawa przeciwko *Fusarium culmorum* Sacc. Zastosowana była w postaci zaprawy mokrej w dawce 15 i 30 g/kg ziarna pszenicy, które zostało wymieszane z 45 ml wody. Stosowano ją także jako zaprawę suchą (w dawce 15, 30 i 50 g/kg ziarna). Stwierdzono, że mączka nie miała negatywnego oddziaływania na kiełkowanie i rozwój roślin. Znacznie mniej skuteczna była w walce z fuzariozą. Zaleca się stosowanie mniejszych dawek mączki z gorczycy do stosowania w mokrym zaprawianiu. W warunkach polowych 15 g mączki z gorczycy w po-

łączeniu z 45 ml wody na 1 kg ziarna poprawiło parametry wzrostu i jakość ziarna pszenicy (Kowalska i wsp. 2021). Ciekawą metodą jest otoczkowanie nasion pszenicy lub innych zbóż mlekiem w proszku. Zabieg ten może wykonać każdy producent we własnym zakresie. Mleko jest pożywką sprzyjającą intensywnemu rozwojowi pożytecznych bakterii *Bacillus subtilis*, których obecność hamuje rozwój wielu patogenów, w tym grzyba wywołującego śnieć cuchnącą infekującego rośliny właśnie na etapie kiełkowania. Badania wykazały także nieznaczny poprawę zdolności nasion do kiełkowania po zastosowaniu mleka w proszku (www.eko-uprawy.pl).

Wśród substancji naturalnych należy wymienić chitozan, który stosowany do zaprawiania nasion/ziarna jest często omawiany w literaturze. Jest on pochodzenia naturalnego (zwierzęcego lub pozyskiwany ze ścian glonów i/lub grzybów), całkowicie nietoksyczny i biodegradowalny. Udowodniono, że może ograniczać rozwój chorób, oddziaływać na jakość kwiatów oraz stymulować rozwój i wzrost rośliny. Biopolimer, jakim jest chitozan i jego pochodne mogą mieć wiele zastosowań także jako potencjalne biostymulatory. Śniedek Saundersa (*Ornithogalum saundersiae*), który jest ozdobną rośliną cebulową, ale ma także znaczenie w farmakologii, był rośliną modelową w eksperymencie, w którym zastosowano 0,5% roztwory oligochitozanu o dwóch ciężarach cząsteczkowych (MW 5000 i MW 100 000 g/mol) do zaprawiania cebul. Biopolimery zostały oznaczone poprzez zastosowanie metody HPLC. Na podstawie przeprowadzonego badania stwierdzono, że zaprawianie cebul w roztworze oligochitozanu zadziało stymulująco na większość analizowanych cech biometrycznych, wskaźniki fizjologiczne oraz wielkość plonu cebul. Okazało się również, że najbardziej korzystny wpływ na jakość kwiatostanów, przewodność szparkową liści i masę cebul potomnych miało traktowanie roślin oligochitozanem o ciężarze cząsteczkowym MW 100 000 g/mol (Salachna 2017). Chitozan coraz częściej stosowany jest również w formie nanocząsteczek. Przykładem tej postaci zastosowania jest olejek eteryczny z czosnku (GEC), który został zamknięty w nanocząsteczkach chitozanu razem z tripolifosforanem sodu (z tym dodatkowym związkem jest to niestety metoda niedozwolona dla ekologicznego rolnictwa). Ponadto stwierdzono, że preparaty nanocząsteczkowe GEO posiadają działanie antygrzybicze przeciwko *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger* i *Fusarium oxysporum*. Wykazały one także działanie stymulujące wzrost roślin poprzez zwiększenie wschodów, świeżej masy pędów i korzeni w przypadku pszenicy, owsa i jęczmienia (Mondéjar-López i wsp. 2022).

Polimery naturalne pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego (np. chitozan, alginian, celuloza, lignina oraz guma gellanowa) mogą również znaleźć zastosowanie w uszlachetnianiu materiału siewnego. Związki te są wykorzystywane jako nośniki w zaprawach nasiennych oraz jako substancje, które wiążą otoczki nanoszone na nasiona. Wiele

z tych biopolimerów ma bioaktywne działanie, pobudza wzrost roślin lub zapewnia kielkującym nasionom i siewkom dodatkową ochronę przed szkodliwymi czynnikami środowiska lub patogenami. Cechy, takie jak biodegradowalność, nietoksyczne produkty degradacji, jak również możliwość aplikacji niewielkiej ilości bezpośrednio na nasiona sprawiają, że materiały te są przyjazne dla środowiska i mogą być wykorzystywane do uszlachetniania materiału siewnego także dla rolnictwa ekologicznego (Korbecka-Glinka i Wiśniewska-Wrona 2021). Inne badania z chitozaniem dotyczyły jego wykorzystania do zaprawiania nasion lnu. Wykorzystano biopreparat i chitozan. W skład biopreparatu wchodziły: *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pythium oligandrum*, mieszanina bakterii fotosyntetycznych i *Lactobacillus* oraz niezidentyfikowane drożdże i grzyby. Autorzy opisywali wówczas stosowanie chitozanu jako jego pochodnych: chitozan mikrokrystaliczny, octan chitozanu oraz oligomery chitozanu. Jako kontrolę w przeprowadzonych badaniach użyto niezaprawianych nasion lnu oraz nasiona zaprawiane fungicydem, który zawierał karboksynę i tiuram. We wnioskach stwierdzono, że *P. oligandrum* spowodował większy spadek liczby jednostek tworzących kolonie grzybów glebowych (jtk) niż fungicyd. Pozostałe badane preparaty *P. aureofaciens* i *P. fluorescens* wywołały podobny spadek liczby jtk grzybów glebowych w porównaniu z kontrolą fungicydową. W przeprowadzonym badaniu chitozan i jego pochodne praktycznie zawsze powodowały spadek liczby jtk grzybów. Spadki te były jednak mniej wyraźne niż w przypadku kontroli fungicydów (Wielgusz i wsp. 2011).

Coraz częściej stosowane są biostymulatory na bazie ekstraktów z glonów, kwasów huminowych i humusowych oraz biostymulatory aminokwasowe. Badania naukowe dotyczące nanoszenia na nasiona biostymulatorów, które są oparte na aminokwasach wskazują na dużą efektywność tej metody. Zaprawianie nasion przez zastosowanie takich preparatów ma wpływ na wzrost roślin, gdyż cząsteczki aminokwasów mogą oddziaływać na procesy fizjologiczne korzystnie dla rozwoju roślin. Soares i wsp. (2016) stwierdzili, że aplikowanie mieszaniny aminokwasów na nasiona (glutaminian, cysteina, glicyna, arginina i metionina w dawkach odpowiednio: 30, 31, 34, 37 i 42 mg/kg nasion) przyczyniło się do wzrostu plonowania soi. Uzyskany efekt najprawdopodobniej związany jest z rolą tych aminokwasów w modulowaniu systemu korzeniowego. Forde i Roberts (2014) dowiedli, że aminokwasy przyczyniają się do powstawania zmian w tworzeniu głównych i bocznych korzeni *Arabidopsis thaliana*. Teixeira i wsp. (2017) dowiedli też, że aminokwasy przekształcają między innymi cechy biometryczne korzeni głównych i liczbę bocznych korzeni roślin soi. Z tego powodu stosowane do zaprawiania ziarniaków biostymulatory oparte na aminokwasach powodują lepszy rozwój systemów korzeniowych roślin. Dzięki temu rośliny znacznie efektywniej wykorzystują składniki odżywcze

i wodę z gleby, co ma bezpośredni wpływ na wielkość i jakość uzyskanego plonu (Szparaga 2019).

Stymulujący efekt na wzrost i plonowanie roślin posiadają ekstrakty pozyskiwane z alg, które zawierają dużo fitohormonów. Stosowanie naturalnych ekstraktów zawierających algi przyczynia się do podwyższenia zasobności gleby w mikroelementy. Dzięki temu poprawie ulega wzrost roślin, plonowanie oraz ogólny ich rozwój. W przeprowadzonych doświadczeniach na rzepaku ozimym udowodniono pozytywne działanie tych biostymulatorów na kielkowanie i wzrost roślin. Ponadto rośliny, które wykiełkowały z ziarniaków wcześniej namoczonych w roztworach wodnych ekstraktów uzyskanych z alg charakteryzowały się większą masą pędów (Matysiak i wsp. 2012). Ekstrakty z alg są produktem bezpiecznym dla środowiska i stanowią bardzo dobrą alternatywę dla syntetycznych stymulatorów wzrostu (Knapik 2018).

Następnym przykładem zastosowania substancji naturalnych do zaprawiania nasion są kwasy huminowe, które przyczyniają się do wzrostu przepuszczalności błon komórkowych, a w efekcie tego procesu poprawia się transport związków mineralnych. Związki te mają pozytywne oddziaływanie na kielkowanie nasion i rozwój siewek. Stosowanie kwasów huminowych do zaprawiania nasion przyczynia się do poprawy szybkości kielkowania (Knapik 2018).

Do zaprawiania nasion mogą być stosowane dostępne obecnie na rynku gotowe preparaty handlowe. W doświadczeniu przeprowadzono analizę wpływu zaprawiania nasion preparatem Humistar (12% kwasów huminowych, 3% kwasów fulwowych) oraz dolistnej aplikacji preparatu Drakar (31% K₂O, 3% N) na uzyskany plon pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.) odmiany Monsun i cechy jakościowe ziarna. Użyte do celów doświadczenia ziarno pokryte zostało środkiem grzybobójczym (tiuram + karbendazym), ziarno zmieszano z preparatem Humistar przez 5 minut w dawce 1 l na 50 kg ziarna. Stwierdzono, iż wpływ zastosowanych w doświadczeniu preparatów na plon był nieistotny, ale za to użycie preparatu Humistar przyczyniło się do uzyskania wyższej jakości plonu w porównaniu do kontroli (Knapkowski i wsp. 2018).

Nasiona mogą być również traktowane poprzez zastosowanie olejków eterycznych. W doświadczeniu przeprowadzona została analiza efektywności dwóch olejków eterycznych (z pestek winogron i mięty pieprzowej), które zastosowane były do zaprawiania nasion fasoli. W efekcie końcowym udało się zaobserwować efekt hamowania wzrostu *Rhizoctonia solani* i *Fusarium oxysporum*. Najsilniejszy efekt inhibicji obserwowano w przypadku użycia olejku z mięty pieprzowej (w ilości 2 ml/100 g nasion). Ponadto zastosowanie stężenia 1% i 2% chitozanu (w ilości 1 ml/100 g nasion) oraz środka Topsin M w dawce 400 ppm wykazało całkowitą redukcję (100%) rozwoju grzybni tych grzybów. Zabiegi z chitozaniem doskonale ograniczyły zgniliznę korzeni i więdnienie siewek. Olejki eteryczne przy-

czyniły się do ograniczenia zachorowalności siewek fasoli (El-Mougy i wsp. 2020). W przypadku rolnictwa ekologicznego należy wziąć pod uwagę, że dozwolone są jedynie olejki roślinne wymienione w załączniku I rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2021/1165 zezwalającego na stosowanie niektórych produktów i substancji w produkcji ekologicznej.

Ciekawe rezultaty przynoszą również badania nad przydatnością naturalnych ekstraktów roślinnych do zaprawiania nasion. Wyniki licznych badań wykazują, że aktywność działania preparatów roślinnych jest zależna od różnych aspektów. Ważny jest zarówno gatunek rośliny, na której będą testowane oraz gatunek rośliny, z której przygotowuje się preparat oraz sposób jego przyrządzenia. Najlepsze rezultaty w procesie stymulowania kiełkowania materiału siewnego roślin rolniczych dają preparaty, które ograniczają skażenie powierzchniowe nasion (Piekutowska 2017). Do zaprawiania nasion kalafiora wytypowane zostały ekstrakty roślinne (w postaci maceratów i naparów nasączanych na zimno). Dodatkowo określono procent nasion normalnie kiełkujących, niekiełkujących i zakażonych patogenami. Spośród 20 gatunków roślin zielarskich wytypowanych do doświadczenia, najskuteczniejsze okazały się biopreparaty wyekstrahowane ze znamion *Zea mays*. Napary użyte do zaprawiania nasion lepiej poprawiały kiełkowanie nasion kalafiora niż maceraty.

Innym aspektem wykorzystania substancji naturalnych są zastosowane techniki w procesie pozyskiwania oraz aplikacji wyciągów wodnych z cebul czosnku zwyczajnego i ziarna lnu zwyczajnego. W badaniach został oceniony wpływ przygotowanych zapraw roślinnych na wschody i kiełkowanie nasion brokułu *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck. Zaobserwowano, że zdolność kiełkowania w istotny sposób stymulowały wszystkie użyte wyciągi wodne. Przeprowadzone badania pozwoliły na udowodnienie, że energia oraz zdolność kiełkowania zależały od techniki pozyskiwania preparatów roślinnych. Okazało się, że dla analizowanych nasion brokułu najkorzystniejszym sposobem pozyskiwania ekstraktów wodnych była maceracja. Z kolei maceraty otrzymane z cebul czosnku zwyczajnego stymulowały zarówno energię, jak i zdolność kiełkowania badanych nasion. Natomiast ekstrakty z lnu zwyczajnego charakteryzowały się działaniem stymulującym liczbę wschodzących roślin. Analizując różne metody aplikacji wyciągów wykazano, że metoda dogłębnej aplikacji pozwoliła na osiągnięcie większej ilości wschodów (Dusza 2019).

Nasiona można również traktować stosując inne wodne wyciągi roślinne. W przeprowadzonym badaniu wykorzystano wyciągi wodne przygotowane z 40 gatunków roślin oraz określano zdolność kiełkowania nasion łubinu żółtego i grochu siewnego. Wykazano, że w zależności od gatunku rośliny uprawnej, pochodzenia wyciągu (gatunku rośliny, z której sporządzono wyciąg), a także sposobu jego przygotowania zdolność kiełkowania tych nasion oraz liczba

nasion zasiedlonych przez drobnoustroje ulegały zmianom. Okazało się, że najkorzystniej na kiełkowanie nasion działał wyciąg z korzeni *Levisticum officinale*, a najsilniej ograniczał wyciąg z kory *Salix alba* i *Sarracenia purpurea* oraz wyciąg z korzeni *Saponaria officinalis*. Ponadto liczbę mikroorganizmów zasiedlonych na nasionach obu gatunków roślin bobowatych ograniczało (w 40%) stosowanie ziół, a szczególnie wyciągi przygotowane z cebul *Allium sativum*, liści *Betula verrucosa* oraz z korzeni *L. officinale*. Zaobserwowano również, że największą liczbę nasion na których stwierdzono obecność bakterii i grzybów zanotowano po zastosowaniu wyciągów roślinnych sporządzonych z ziela *Hyssopus officinalis*, kory *S. alba* i *S. purpurea* oraz z korzeni *S. officinalis*. Natomiast zastosowanie wyciągów roślinnych w postaci maceratów spowodowało zwiększenie liczby bakterii i grzybów na kiełkujących nasionach (Czerwińska i Szparaga 2015).

Powszechnie znanym sposobem stosowanym w celu ochrony nasion przed patogenami jest metoda, w której wykorzystuje się zabiegi dezynfekowania z jednoczesnym zastosowaniem: ciepłej wody, różnego rodzaju roztworów, nadmanganianu potasu, suszu roślinnego, popiołu drzewnego, np. zaprawianie na mokro polega na moczeniu nasion w roztworze nadmanganianu potasu (3 g/10 l wody) przez 20 minut – przeciwko chorobom grzybowym, moczeniu w wodzie o temperaturze 30°C przez 10 godzin lub przez 10 minut w wodzie o temperaturze 50°C – przeciwko chorobom bakteryjnym. Zaprawianie na sucho polega na wymieszaniu nasion np. z popiołem drzewnym (najlepszy z czeremchy zwyczajnej) lub z mączką bazaltową (Dryjańska 2019).

Niestety nie zawsze susze roślinne stosowane w zaprawach wpływają pozytywnie na rozwój młodych siewek. Zaprawiano nasiona pietruszki korzeniowej odmiany Berlińska i sałaty gruntowej odmiany Ewelina sproszkowanym czosnkiem, zielem nagietka oraz rumiankiem. Wykazano, że zaprawy ziołowe spowodowały istotne obniżenie polowej zdolności wschodów badanych roślin w odniesieniu do kombinacji kontrolnej (bez zaprawiania). W przypadku sałaty zanotowano najniższą zdolność wschodów w kombinacji zaprawianej mieszaniną czosnku i rumianku, a w przypadku pietruszki samym rumiankiem. Natomiast najwyższy plon sałaty udało się uzyskać z nasion niezaprawianych. Zastosowane zaprawy ziołowe przyczyniły się do obniżenia plonu sałaty o około 50% w odniesieniu do kombinacji kontrolnej. Najniższy plon uzyskano w przypadku zaprawiania sproszkowanym nagietkiem i nagietkiem w kombinacji z czosnkiem. Stwierdzono również, że zaprawianie nasion pietruszki czosnkiem w połączeniu z nagietkiem, czosnkiem z rumiankiem oraz rumiankiem w kombinacji z nagietkiem spowodowało podwyższenie wysokości plonu świeżej masy w porównaniu z niezaprawianą kontrolą. Niemniej jednak tylko w przypadku kombinacji czosnku z nagietkiem była to różnica istotna.

Ponadto plon roślin uzyskanych z nasion zaprawianych czosnkiem oraz nagietkiem nie odbiegał istotnie od plonu kombinacji kontrolnej. Najniższy plon otrzymano z nasion pietruszki zaprawianych rumiankiem (Orzeszko-Rywka i Rochalska 2011).

Wykorzystanie metody biologicznej – mikroorganizmy / Using of biological method – microorganisms

Mikroorganizmami rekomendowanymi do wykorzystania do zaprawiania nasion najczęściej są: *P. oligandrum*, *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp. Na naszym rynku dostępnych jest kilka produktów handlowych zawierających w swoim składzie susz roślinny, składniki naturalne oraz bakterie z rodzaju *Bacillus* spp. lub/i grzyby *Trichoderma* sp., które zalecane są zwłaszcza do zaprawiania nasion/ziarna i stosowania przedsiewnie, i są szczególnie rekomendowane do ekologicznych upraw zbóż i kukurydzy. Trzeba również pamiętać, że szczepionki bakteryjne zawierające *Azotobacter*, *Rhizobium*, które są niezbędne do zastosowania w celu efektywnej uprawy roślin bobowatych również nanosi się na nasiona w sposób charakterystyczny dla zapraw. Istotnym faktem jest również to, że szereg grzybów mikoryzowych, które są oferowane na rynku w postaci samodzielnych preparatów lub będące składnikiem dodatkowym w produkcie handlowym, które stymulują wzrost i rozwój części podziemnej przyczyniają się do zwiększenia kondycji roślin. Oceniono przydatność mikroorganizmów do zaprawiania ziarna owsa. Zastosowane do badań ziarno owsa oplewionego i nagiego zaprawiono wytypowanymi środkami: Biosept 33 SL (ekstrakt z grejpfruta), Bioczos Płynny (wyciąg z czosnku), Timorex Gold 24 EC (wyciąg z krzewu herbacianego), Polyversum (grzyb *Pythium oligandrum*) i Click Horto (grzybnia mikoryzalna – *Globus intraradius*, bakterie ryzosfery, grzyb *Trichoderma atroviride*). Wykazano, że zaprawione ziarno poprzez jego moczenie w roztworach tych preparatów miało korzystne działanie na wschody roślin, a w przypadku użytych środków Bioczos, Biosept 33 SL i Polyversum poprawie uległa również zdrowotność siewek wschodzącego owsa. Środek Click Horto posiada właściwości biostymulujące rozwój owsa. W kombinacji, w której został zastosowany ww. środek uzyskano wyraźny wzrost masy korzeni i części nadziemnej (Horoszkiewicz-Janka i wsp. 2015). Kolejną metodą jest mikrobiologiczne powlekanie nasion i wykorzystanie bakterii pobudzających wzrost roślin (PGPB), ryzobia i grzyby. Zabieg ten przeprowadza się w celu uzyskania efektu zwiększenia wzrostu i plonowania roślin poprzez poprawę odżywiania oraz ochronę przed chorobami i patogenami. Powlekanie nasion pożytecznymi mikroorganizmami jest wydajnym sposobem dostarczania do aplikacji pożytecznych drobnoustrojów. Metodę tą można nazwać obiecującym narzędziem służącym do zaszcze-

piania różnych nasion roślin uprawnych przy zmniejszonym zużyciu inokulum w zestawieniu z tradycyjnymi zaprawami do nasion. Standardowy preparat modyfikatora opiera się na doborze mikroorganizmu, odpowiedniego nośnika oraz połączonych dodatków. Połączenie materiałów źródłowych węgla z ryzobią przynosi podwójną korzyść w przetrwaniu szczepów bakteryjnych jako źródła pożywienia, ale także zapewnia ochronę przed środowiskiem zewnętrznym. Należy pamiętać, że pH (zasadowe) musi być dostosowane do optymalnego wzrostu pożytecznych drobnoustrojów (Afzal i Javed 2020).

Na naszym rynku jest możliwość zakupienia gotowych produktów handlowych, które zawierają w swoim składzie zarówno konsorcja mikroorganizmów oraz krzem. Do doświadczenia wytypowano ziarno pszenicy jarej odmiany Arabella. W trakcie przeprowadzanego badania oceniane były: kiełkowanie ziarna, zdrowotność siewek oraz ich rozwój. Zarówno zaprawianie mikrobiologiczne, jak i krzemem powodowało zwiększenie wysokości źdźbła oraz ograniczyło porażenie roślin w odniesieniu do niezaprawionej kontroli (Kowalska i wsp. 2020). W innych badaniach wykorzystano jęczmień (*Hordeum vulgare* L.) i produkty mikrobiologiczne oparte na *P. oligandrum* (Polyversum), *Trichoderma asperellum* (Trifender) i *Saccharomyces cerevisiae* (drożdże piekarnicze) w dawce 10 g/1 kg ziarna. Zastosowano także produkt zawierający kompleks mikroorganizmów (EM Farm) w dawce 1 ml/100 ml wody/1 kg ziarna. Oceniana była liczba wschodów oraz rozwój siewek. W szklarni nie stwierdzono pozytywnego wpływu na liczbę wschodów po zastosowaniu EM. Natomiast stwierdzono, że *S. cerevisiae* wpłynęła na polepszenie parametrów rozwoju siewek w glebie. W warunkach polowych obserwowano pozytywny wpływ na parametry rozwoju młodych roślin jęczmienia po zaprawianiu ziarna *S. cerevisiae* i *T. asperellum* (Kowalska i Zbytek 2015).

W pracy Piotrowska i Boruszko (2021) zostały przedstawione wyniki badań nad wykorzystaniem EM do zaprawiania nasion pszenicy jarej i wykazano, że zastosowany preparat mikrobiologiczny EM Naturally Active spowodował zwiększenie dynamiki kiełkowania nasion pszenicy. Z kolei w innej pracy porównano wpływ biologicznego (*P. oligandrum*) i chemicznego (karboksyna + tiuram) zaprawiania nasion na ilościowy i jakościowy skład drobnoustrojów biorących udział w epidemiologii przedwschodowej zgorzeli siewek pojawiającej się u roślin strączkowych, w konkretnych warunkach hydrotermalnych i właściwościach chemicznych gleby (pH, próchnica, makro- i mikroelement). Głównymi sprawcami przedwschodowej zgorzeli sadzonek bobu są *Ilyonectria destructans*, *Globisporangium ulitimum*, *Fusarium equiseti*, *Rhizoctonia solani* i *Fusarium solani*. Zrezygnowanie z zaprawiania nasion skutkowało wystąpieniem śmiertelności siewek na poziomie 33,5–42,5%. Skuteczność środka ochrony chemicznej wynosiła 25,9–44,2%, a z kolei zastosowanie *P. oligandrum*

pozwoiliło na pięciokrotny wzrost populacji antagonistów patogenów (Gleń-Karolczyk i wsp. 2021).

Podsumowując można stwierdzić, że istnieje szeroki asortyment środków i metod rekomendowanych lub stale rozwijanych przez ośrodki badawcze i daje to postawę do

wnioskowania, że zagadnienie zaprawiania nasion/ziarna jest interesującym tematem zarówno dla środowisk naukowych, jak i dla praktyki. Wyniki dostarczają zalecenia lub wskazują nowe możliwości stosowania alternatyw dla preparatów chemicznych.

Literatura / References

- Afzal I., Javed T. 2020. Modern seed technology seed coating delivery systems for enhancing seed and crop performance. *Agriculture* 10 (11): 526. DOI: 10.3390/agriculture10110526
- Borgen A., Davanlou M. 2001. Biological control of common bunt (*Tilletia tritici*). *Journal of Crop Production* 3 (1): 157–171. DOI: 10.1300/J144v03n01_14
- Borgen A., Nielsen B.J. 2001. Effects of acetic acid in control of seed borne diseases. *Proceedings of the BCPC Symposium Seed treatment – challenges and opportunities* 26–27: 2.
- Copping L.G., Menn J.J. 2000. Biopesticides: A review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science* 56 (8): 651–676. DOI: 10.1002/1526-4998
- Czerwińska E., Szparaga A. 2015. Ocena wpływu zaprawiania wyciągami roślinnymi na zdolność kiełkowania nasion łubinu żółtego i grochu siewnego. [Estimation of effects of dressing in plant extracts on germination capacity of yellow lupine and field pea seed]. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Nr 612, Rolnictwo CXIII*: 7–19.
- Ćwintal M., Dziwulska-Hunek A., Przybylska A. 2017. Wpływ stymulacji elektromagnetycznej na wartość siewną nasion dwóch odmian koniczyny białej. [Effect of electromagnetic stimulation on sowing value of white clover seeds of two varieties]. *Acta Agrophysica* 24 (1): 29–40.
- Dryjańska E. 2019. Jakość materiału siewnego czynnikiem warunkującym wysokość plonu w gospodarstwach ekologicznych. <https://www.wodr.poznan.pl/baza-informacyjna/srodowisko/rolnictwo-ekologiczne/zasady-produkcji-ekologicznej-na-poziomie-gospodartwa/item/9085-jakosc-materialu-siewnego-czynnikiem-warunkujacym-wysokosc-plonu-w-gospodarstwie-ekologicznym> [dostęp: 10.02.2022].
- Dusza M. 2019. Wpływ technik pozyskiwania preparatów pochodzenia roślinnego na kiełkowanie i wschody nasion brokułu *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck. [Impact of the technique of obtaining preparations of plant origin for germination and emergence of *Brassica oleracea* L. var. *broccoli* seeds *italica* Plenck]. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego* 4 (28): 13–18.
- El-Mougy N.S., Abdel-Kader M.M., Abouelnasr H.M. 2020. Seed dressing and foliar spray of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with essential oils and disinfections for suppressing root rot and wilt incidence under field conditions. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* 14 (9): 102–108.
- Forde B.G., Roberts M.R. 2014. Glutamate receptor-like channels in plants: A role as amino acid sensors in plant defense? *Prime Reports* 6: 37. DOI: 10.12703/P6-37
- Gleń-Karolczyk K., Boligłowa E., Gospodarek J., Antonkiewicz J., Luty L. 2021. Effect of seed dressing and soil chemical properties on communities of microorganisms associated with pre-emergence damping-off of broad bean seedlings. *Agronomy* 11 (9): 1889. DOI: 10.3390/agronomy11091889
- Gładkowska M., Gałązka A. 2017. Wpływ rolnictwa ekologicznego na środowisko w koncepcji rozwoju zrównoważonego. [The impact of organic farming on the environment in the concept of sustainable development]. *Więś i Rolnictwo* 2 (175): 147–165. DOI: 10.53098/wir022017/07
- Grzanka M., Antkowiak D., Andrzejak A. 2018. Wpływ zaprawiania nasion na wigor i wczesny wzrost siewek rzepaku ozimego. [The effect of seed dressing on the vigor and early growth of winter rape seedlings]. *Nauka, Badania i Doniesienia Naukowe – Nauki przyrodnicze i medyczne*: 89–96.
- Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Danielewicz J., Korbas M. 2015. Przydatność środków biotechnicznych do zaprawiania owsa. [Suitability of biotechnical measures for the treatment of oats]. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 1'15 (79): 73–82.
- Janas R., Grzesik M. 2018. Ocena fizjologicznych, biologicznych i fizycznych metod uszlachetniania nasion sałaty przeznaczonych do wysiewu na plantacjach ekologicznych. [Evaluation of physiological, biological and physical methods of lettuce seed quality improvement used for sowing in organic production]. *Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania* (D. Łuczycyca, red.): 133–143.
- Janas R., Grzesik M. 2019. Zastosowanie fal elektromagnetycznych w uszlachetnianiu nasion wybranych gatunków roślin warzywnych. [Application of electromagnetic waves in seed refinement of selected species vegetable plants]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 285: 203–205.
- Janas R., Grzesik M., Chojnowska E., Góralska R. 2017. Instrukcja uprawy buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.) na nasiona metodami ekologicznymi. [Instructions for growing red beet (*Beta vulgaris* L.) for seeds using ecological methods]. *Opracowanie przygotowane w ramach zadania 3.4: „Doskonalenie ekologicznej produkcji ogrodniczej”, 3.4_2017_Instrukcja_burak.pdf* (inhort.pl) [dostęp: 09.02.2022].
- Knapik M. 2018. Zastosowanie biostymulatorów we współczesnym rolnictwie. [Using biostimulants in modern agriculture]. *Zeszyty Studenckiego Ruchu Naukowego Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach* 27 (2): 79–84.
- Knapowski T., Szczepanek M., Wilczewski E. 2018. Response of wheat to seed dressing with humus and foliar potassium fertilization. *Journal of Agricultural Science and Technology* 17 (6): 1559–1569.
- Korbecka-Glinka G., Wiśniewska-Wrona M. 2021. Zastosowanie polimerów do uszlachetniania materiału siewnego. [The use of natural polymers for treatments enhancing sowing material]. *Polimery* 66 (1): 11–20. DOI: 10.14314/polimery.2021.1.2
- Kowalska J., Roszkowski S., Krzymińska J. 2021. Substancje podstawowe – efektywne uzupełnienie metod ochrony upraw. [Basic substances – an effective supplement to crop protection methods]. *Progress in Plant Protection* 61 (2): 139–146. DOI: 10.14199/ppp-2021-015

- Kowalska J., Tyburski J., Bocianowski J., Krzywińska J., Matysiak K. 2020. Methods of silicon application on organic spring wheat (*Triticum aestivum* L. spp. *vulgare*) cultivars grown across two contrasting precipitation years. *Agronomy* 10 (11): 1655. DOI: 10.3390/agronomy10111655
- Kowalska J., Tyburski J., Krzywińska J., Jakubowska M. 2021. Effects of seed treatment with mustard meal in control of *Fusarium culmorum* Sacc. and the growth of common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). *European Journal of Plant Pathology* 159 (3): 327–338. DOI: 10.1007/s10658-020-02165-9
- Kowalska J., Zbytek 2015. Microbiological dressing of spring barley seeds as a method of improvement in plant development. [Mikrobiologiczne zaprawianie jako metoda polepszenia rozwoju młodych siewek jęczmienia jarego]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 60 (4): 9–12.
- Matysiak K., Kaczmarek S., Kierzek R. 2012. Wpływ wyciągu z alg morskich *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) na rośliny rzepaku ozimego. [Effect of algae *Ecklonia maxima* (Kelpak SL) on winter oilseed rape]. *Rośliny Oleiste - Oilseed Crops* 33 (1): 81–88.
- Melski K., Walkowiak-Tomczak D. 2016. Żywność dla świadomego konsumenta. *Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu*, 133 ss.
- Mondéjar-López M., Rubio-Moraga A., López-Jimenez A.J., García Martínez J.C., Ahrazem O., Gómez-Gómez L., Niza E. 2022. Chitosan nanoparticles loaded with garlic essential oil: A new alternative to tebuconazole as seed dressing agent. *Carbohydrate Polymers* 277: 118815. DOI: 10.1016/j.carbpol.2021.118815
- Nachtman G. 2021. Rolnictwo ekologiczne w Polsce wobec działań na rzecz jego rozwoju. [Organic farming in Poland and activities undertaken for its development]. *Wiadomości Statystyczne/The Polish Statistician* 66 (7): 24–43. DOI: 10.5604/01.3001.0015.0352
- Orzeszko-Rywka A., Rochalska M. 2011. Garlic, chamomile and marigold suitability for vegetables seed dressing. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 56 (4): 52–57.
- Piekutowska M. 2017. Potencjał naturalnych preparatów pochodzenia roślinnego dla poprawy zdrowotności i żywotności materiału siewnego roślin rolniczych. [Potential of natural plant extracts for health and vigour improvement of seed material of agricultural crops]. *Problemy Drobnych Gospodarstw Rolnych – Problems of Small Agricultural Holdings* 3: 43–59. DOI: 10.15576/PDGR/2017.3.43
- Piotrowska A., Boruszko D. 2021. Analysis of the influence of the application of effective microorganisms on the dynamics of spring wheat emergence. *Ochrona Środowiska* 23: 684–693. DOI: 10.54740/ros.2021.048
- Plakhholm G., Sollinger J. 2000. Seed treatment for common wheat-bunt (*Tilletia caries* (DC) Tul.) according to organic farming principles. *Proceedings of the 13th International IFOAM Scientific Conference*. Basel, 28–31 sierpnia 2000, s. 139.
- Salachana P. 2017. Potencjał biopolimerowych otoczek w optymalizacji uprawy wybranych gatunków *Eucomis* i *Ornithogalum*. [The potential of biopolymer shells in optimization *Eucomis* and *Ornithogalum* species]. *Autoreferat, Akademia Rolnicza w Szczecinie*, 25 ss.
- Soares L.H., Dourado-Neto D., Fagan E.B., Teixeira W.F., dos Reis M.R., Reichardt K. 2016. Soybean seed treatment with micronutrients, hormones and amino acids on physiological characteristics of plants. *African Journal of Agricultural Research* 11 (35): 3314–3319. DOI: 10.5897/ajar2016.11229
- Spielp H., Dutschke J. 1991. Bekämpfung des Weizensteinbrandes (*Tilletia caries*) im biologischdynamischen Landbau unter experimentellen und praktischen Bedingungen. *Gesunde Pflanzen* 43: 264–270.
- Szparaga A. 2019. Wybrane właściwości fizyczne, mechaniczne, chemiczne i plon nasion fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) w zależności od metody aplikacji biostymulatorów. [Selected physical, mechanical, chemical properties and the yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on the method of biostimulants application]. *Inżynieria Rolnicza, Monografie i rozprawy*, 144 ss.
- Teixeira W.F., Fagan E.B., Soares L.H., Umburanas R.C., Reichardt K., Neto D.D. 2017. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in Plant Science* 8: 327. DOI: 10.3389/fpls.2017.00327
- Wielgus K., Andruszewska A., Płaskowska E., Szewczyk W., Bocianowski J., Weber Z. 2011. The effect of flax seed dressing with biopreparations, chitosan and its derivatives on dungal communities in soil. *Polish Journal of Environmental Studies* 20 (1): 215–224.
- www.eko-uprawy.pl [dostęp: 09.02.2022].
- www.seedquest.com/portal/seedenhancement [dostęp: 28.03.2022].
- www.warzywa.pl/informacje-z-firm/rosnie-popyt-na-zywnosc-ekologiczna/ [dostęp: 09.02.2022].