

ŻYWNOŚĆ EKOLOGICZNA – PRODUKCJA ROŚLINNA. WYMAGANIA, ZASADY PRODUKCJI

**Joanna Kaniewska¹, Marek Domoradzki, Grażyna Gozdecka,
Wojciech Poćwiardowski**

1. WSTĘP

Po drugiej wojnie światowej nastąpiła intensyfikacja produkcji rolnej, która powodowana była większym zapotrzebowaniem na żywność i przy okazji pociągnęła za sobą zwiększenie zużycia chemicznych środków ochrony roślin. Efektem tych zmian było zachwianie równowagi biologicznej w przyrodzie, które spowodowało także spadek liczebności organizmów pożytecznych [Dąbrowski i in. 2008]. W krajach o wysokim zużyciu syntetycznych środków ochrony roślin powstała, w wyniku mutacji, populacja szkodników uodpornionych na ich stosowanie [Olszak i in. 2000].

W tej sytuacji w latach siedemdziesiątych XX wieku narodziła się idea zintegrowanej ochrony roślin, której celem było obniżenie poziomu agrofagów metodami agrotechnicznymi, biologicznymi i chemicznymi [Lipa 1984]. Rosnące zanieczyszczenie gleby na skutek stosowania pestycydów i przedawkowanie nawozów sztucznych, zwłaszcza azotowych, wywołały zainteresowanie rolnictwem zrównoważonym [Olszak i in. 2000, Joergensen 2004] i równoległe rolnictwem ekologicznym. Ich główną ideą jest ograniczenie niekorzystnego wpływu chemii rolnej na środowisko [Pruszyński 2006] i przywrócenie równowagi biologicznej w przyrodzie [Wierzbicki 2004], przy jednoczesnym zachowaniu dużej wydajności upraw i wysokiej jakości produkowanej żywności.

Rolnictwo ekologiczne narodziło się po pierwszej wojnie światowej jako alternatywa do upraw wielkotonazowych i stało się swego rodzaju protestem przeciwko chemizacji rolnictwa. Za twórcę idei rolnictwa ekologicznego uznaje się austriackiego filozofa i mistyka Rudolfa Steinera, który w Kobierzycach w 1924 r. (obecnie na terenach Polski) wygłosił serię odczytów przeciwko wysokowydajnemu rolnictwu opartemu na zdobyczach chemii. Steiner przeciwstawił nowym metodom produkcji rolnictwo tradycyjne i naturalne, będące ugruntowaną przez wieki metodą produkcji rolnej. Postulował on powrót do tradycyjnych metod nawożenia upraw przy użyciu obornika, przyorywania nawozów zielonych i rozsypywania po polach kompostów wykonanych z odpadów roślinnych i zwierzęcych.

Do tej idei została dodana myśl filozoficzna, że glebę i rosnące w niej rośliny trzeba traktować jak jeden organizm, na który działają siły przyrody i siły pozaziemskie, stąd uprawy powinny być zharmonizowane z porami dnia i fazami Księżyca. W ten sposób narodziło się rolnictwo biodynamiczne, z którego po licznych przekształceniach powstało rolnictwo ekologiczne.

Często nieuzasadniony strach przed „chemią”, która od ponad wieku chroni przed zagrożeniami, doprowadził do tego, że konsumenci gotowi są płacić więcej za wyprodukowane ekologiczne warzywa, owoce, mleko i mięso. Panuje przekonanie, co nie jest

¹ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej,
Zakład Technologii Żywności, ul. Seminaryjna 3, 85-326 Bydgoszcz,
e-mail: joanna.kaniewska@utp.edu.pl

do końca prawdą, że produkty ekologiczne zawierają więcej substancji odżywczych, mają większą suchą masę i lepszy smak niż wyprodukowane z surowców pozyskanych konwencjonalnie.

Książka Steinera z 1924 r. miała ogromny wpływ na grupę brytyjskich arystokratów konserwatystów. Za sprawą Lady Eve Balfour w 1946 r. powstało Stowarzyszenie Ziemi (z ang. *The Soil Association*), które istotnie przyczyniło się do rozpowszechnienia rolnictwa ekologicznego, nazywanego też organicznym, i do jego rozwoju w Europie.

2. WYMAGANIA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO

Rolnictwo ekologiczne jest zalecanym w Unii Europejskiej systemem produkcji żywności i gospodarowania na wsi. Żywność w tym systemie wytwarzana jest w sposób bezpieczny i przyjazny dla ekosystemu. Stopniowo ustaliły się standardy, które odróżniają gospodarstwa ekologiczne od konwencjonalnych. Aktualnie to czym jest rolnictwo ekologiczne, regulują akty prawne obowiązujące w państwach członkowskich Unii Europejskiej i przepisy krajowe. W rolnictwie ekologicznym nie stosuje się chemicznych środków ochrony roślin do zwalczania chorób, szkodników i chwastów, wykorzystując w tym celu przede wszystkim płodozmian oraz metody agrotechniczne, np. mechaniczne niszczenie chwastów. W gospodarstwach prowadzących uprawy ekologiczne, w celu utrzymania prawidłowej struktury i żyzności gleby stosuje się nawozy zielone, zwłaszcza z roślin motylkowych, kompost, obornik i wapnowanie. Do ochrony i poprawy struktury gleby wykorzystuje się np. płytką orkę i głębokie spulchnianie. Dzięki temu ogranicza się negatywne oddziaływanie na pożyteczne mikroorganizmy glebowe. Jedną z zasad prowadzenia gospodarstwa ekologicznego jest osiągnięcie równowagi paszowo-nawozowej. Rolnictwo ekologiczne powinno się opierać na zamkniętym obiegu materii organicznej w gospodarstwie, określanym terminem „zrównoważona produkcja roślinna i zwierzęca”. Wynika z tego, że większość pasz i nawozów powinna być wytwarzana w obrębie jednego gospodarstwa [Motyka 2009]. W terenie upraw ekologicznych należy pozostawić ciekły wodny i budować nowe zbiorniki. Rolnictwo konwencjonalne opiera się głównie na uprawie wielohektarowych monokultur w przeciwieństwie do rolnictwa ekologicznego, w którym wprowadza się uprawy na małych polach, oddzielonych od siebie uprawami osłonowymi oraz zadrzewieniami poprawiającymi mikroklimat i dającymi schronienie ptakom i owadom niszczącym szkodniki. W rolnictwie ekologicznym niedozwolone jest stosowanie roślin modyfikowanych genetycznie – GMO. Gospodarstwa prowadzące uprawy i hodowlę ekologiczną przy doborze gatunków, odmian roślin i zwierząt powinny brać pod uwagę naturalną odporność na choroby, uwzględniając odmiany i rasy lokalne, dostosowane zarówno do klimatu, jak i do środowiska, np. górskiego lub nizinnego. Nasiona do produkcji ekologicznej muszą pochodzić z ekologicznych plantacji nasiennych [Rozporządzenie 834/2004].

Ograniczenia w stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin mogą przyczynić się do pogorszenia jakości materiału siewnego. W związku z tym należy podjąć działania, które spowodują poprawę parametrów jakościowych nasion po zbiorze. Naukowcy od długiego czasu podejmują próby opracowania metod i kompleksowych technologii pozbiorowej obróbki nasion poprzez wykorzystanie zabiegów fizycznych i biologicznych, zalecanych w rolnictwie ekologicznym. Różnorodność gatunków i odmian nasion zbóż, warzyw i owoców wymaga zastosowania różnych metod w celu uzyskania materiału siewnego o wysokiej jakości. Nasiennictwo ekologiczne jest na początku swojej drogi rozwoju.

3. ZASADY PRODUKCJI

Z uwagi na częste porażenie przez patogeny, nasiona z upraw ekologicznych mogą stanowić źródło chorób, a tym samym poważne zagrożenie dla plantacji ekologicznych. Według Łabanowskiej-Bury i White'a [2008], nasiona takie charakteryzują się słabym wigorem i niską zdolnością kiełkowania, co eliminuje większość nasion z produkcji na dużą skalę. Zgorzel siewek, której sprawcami są *Fusarium*, *Alternaria*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, przenoszona jest przez nasiona. Rozwiązaniem jest poprawienie mikrobiologicznej jakości nasion warzyw ekologicznych. Jednym ze sposobów może być, znane od wielu lat, odkażanie termiczne gleby, nasion, podłoża w szklarniach, naczyń i sprzętów [Domoradzki i Korpala 2002].

Jakość nasion determinuje jakość roślin. Ponieważ materiał siewny musi pochodzić z plantacji ekologicznych, może to oznaczać, że niechronione chemicznie rośliny dadzą nasiona o niższej zdrowotności niż w nasiennictwie konwencjonalnym. Nasiona o niskim poziomie ochrony przed patogenami są przyczyną obniżenia plonów. To powoduje poszukiwanie i stosowanie metod dozwolonych w rolnictwie ekologicznym w celu zabezpieczenia i polepszenia jakości materiału siewnego. Przepisy pozwalają na stosowanie metod fizycznych, jak termoterapia, skaryfikacja, kalibracja, oraz metod biologicznych, w których wykorzystuje się mikroorganizmy niepatogenne czy wprowadza się dodatkowe uprawy korzystnie wpływające na jakość roślin.

3.1. Metody biologiczne

Infekcje grzybowe na plantacji przenoszą się na surowce i mogą przyczynić do powstawania zagrożeń dla zdrowia konsumentów. Ochrona materiału siewnego poprzez wykorzystanie metod biologicznych może przeciwdziałać powstawaniu takim zagrożeniom. Dodatkowo metody biologiczne ochrony produkcji roślinnej są zalecane do stosowania w rolnictwie ekologicznym, ale ich rozwój jest przyszłością ochrony roślin również w gospodarstwach konwencjonalnych. Metody biologiczne polegają na wykorzystaniu wirusów oraz mikro- i makroorganizmów do zwalczania grzybów i chwastów [Fiedler i Sosnowska 2008]. Pożyteczne drobnoustroje mogą działać antagonistycznie w stosunku do patogenów roślin. Metabolity wytwarzane przez niepatogenne organizmy mogą zwalczać grzyby, bakterie czy chwasty niekorzystnie działające na rośliny.

Z drugiej strony pożyteczne drobnoustroje mogą wpływać na skład roślin i stymulować ich wzrost [Lundengårdh 2002]. Wiele grzybów wykorzystywanych w rolnictwie ekologicznym ma zdolność do zasiedlania korzeni, co powoduje poprawę zdrowotności rośliny w okresie wzrostu i tym samym wpływa na ochronę roślin w dłuższym czasie.

W ochronie biologicznej nasion wykorzystuje się grzyby pożyteczne: *Trichoderma viride* [Sadowski i in. 2004, 2005a, b, Domoradzki 2011], *Trichoderma harzianum* [Taylor i in. 1994], *Phytium oligandrum* [Lutchmeah i Cooke 1985], *Gliocladium vivens* [Bennett 1998], które działają na zasadzie antagonizmu w stosunku do patogenów. Metoda biologicznej ochrony nasion z wykorzystaniem grzybów pożytecznych wykazuje, jak dotychczas, węższy zakres działania niż stosowane w rolnictwie konwencjonalnym metody chemiczne.

W ochronie roślin poprzez wprowadzenie pożytecznych drobnoustrojów wykorzystuje się nie tylko grzyby. Aktualnie znane są dwa bakulowirusy do zwalczania owocówki jabłkowieczki i śliwkówieczki w uprawach sadowniczych oraz trzy rodziny bakterii: *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae* i *Pseudomonadaceae*, które zwalczają larwy, pędraki, gąsienice i dorosłe owady, są więc insektycydami. W ochronie roślin ekologicz-

nych coraz większego znaczenia nabiera stosowanie bakterii [Yohalem 2003]. Ilość preparatów opartych na działaniu bakterii rośnie i obecnie w kraju zarejestrowano 16 biopreparatów [Lipa 2007]. W ochronie biologicznej roślin znane są także nicienie owadobójcze, które nie wymagają rejestracji. Na naszym rynku jest dostępnych kilkanaście biopreparatów zawierających te organizmy. Zidentyfikowano 23 rodziny nicieni będących pasożytami owadów. Najczęściej stosowane są rodziny *Heterorhabditidae* i *Steinernematodae*. Preparaty nicieniowe można stosować w formie podlewania i oprysków [Chojnacki 2008].

Znaleziono ok. 1200 gatunków grzybów owadobójczych, z czego 15 gatunków wykorzystuje się obecnie do zwalczania owadów [Fiedler i Sosnowska 2008]. W Polsce zarejestrowano jeden mikoinsektycyd o nazwie Preferal i siedem mikofungicydów do zwalczania chorób w uprawach rolniczych.

Innym rodzajem ochrony biologicznej może być zwalczanie insektów, których działalność wpływa niekorzystnie na uprawy ekologiczne poprzez zasiedlanie organizmów antagonistycznych na plonach rolniczych. Zastosować można także ochronę organizmów pożytecznych oraz okresowe wprowadzanie agrofaga w uprawach, w których on nie występuje [Kochman i Węgorek 1997]. Coraz częściej tworzy się obszary zwane refugiami, na których obok uprawy głównej wysiewa się rośliny dające duże ilości nektaru i pyłku, stanowiących bogate źródło pokarmu dla pożytecznych owadów. Do najważniejszych owadów pożytecznych należą biedronki, złotooki, drapieżne muchówki, roztocza i pająki [Fidler i Sosnowska 2008].

3.2. Metody fizyczne

Plukanie i ługowanie nasion

Zabiegi fizyczne, takie jak ługowanie i płukanie nasion, wykonuje się w celu usunięcia zanieczyszczeń mineralnych, odmycia środków ochrony roślin zastosowanych przed zbiorem, wyługowania z nasion inhibitorów kiełkowania, usunięcia substancji osmotycznie blokujących kiełkowanie nasion czy usunięcia z powierzchni nasion zarodników patogenów. Płukanie oczyszcza powierzchnię nasion, natomiast ługowanie usuwa substancje blokujące kiełkowanie występujące w okrywie nasiennej i pod nią. Nasiona mają wbudowane mechanizmy spowalniania procesów kiełkowania, pozwalające na przetrwanie niesprzyjających warunków klimatycznych i glebowych. Jednym z mechanizmów hamujących kiełkowanie jest obecność inhibitorów kiełkowania w okrywie nasiennej [Grzesiuk i Kulka 1981, Jankiewicz 1997]. Właściwość ta uwidacznia się z niejednakowym nasileniem w przypadku różnych gatunków roślin, a nawet odmian tego samego gatunku. W odniesieniu do nasion warzyw baldaszkowatych dotyczy to zwłaszcza pietruszki i selera [Hassell i Kretchman 1997], a wśród innych rodzin – nasion buraka. Podczas płukania nasion z okryw nasiennych wymywane (ekstrahowane) są substancje organiczne i elektrolity. Dzięki przechodzeniu jonów do roztworu można w łatwy sposób kontrolować przebieg procesu ługowania z wykorzystaniem konduktometrii. Płukanie i ługowanie nasion jest zabiegiem często wykorzystywanym w rolnictwie konwencjonalnym jako następstwo stosowania odkażania chemicznego. Znane i stosowane w rolnictwie ekologicznym zabiegi termiczne, opisane dalej, także jako etap końcowy stosują mycie w zimnej wodzie. Urządzeniem do prowadzenia mycia i ługowania może być zbiornik, w którym załadunek jest poddany mieszaniu. Rozwiązanie takie opisują Domoradzki i Korpala [2003], którzy prowadzili ługowanie nasion buraka ćwikłowego w aparacie zbiornikowym, w którym zawartość mieszana była

sprężonym powietrzem. Zasadność stosowania ługowania w przygotowaniu nasion buraka do siewu potwierdza Podlasiński [2000a], według którego kiełkowanie nasion buraka wymytych wodą następuje szybciej niż nasion niemytych. Poprawia się również ich zdolność kiełkowania.

Proces mycia usprawnia dodatek detergentów, mogących dodatkowo zwiększać szybkość kiełkowania w warunkach ograniczonego nawodnienia. Obszerny wykaz tych substancji, ze zwróceniem uwagi na ich fitotoksyczność, przedstawili Aksenova i in. [1993].

Termoterapia

W rolnictwie ekologicznym dozwolone jest odkażanie termiczne nasion. Na materiał siewny można oddziaływać ciepłem w różny sposób. Wśród stosowanych metod wyróżnia się odkażenie:

- w gorącej wodzie,
- powietrzem nasyconym parą wodną,
- suchym gorącym powietrzem,
- promieniowaniem mikrofalowym nawilżonych nasion,
- promieniowaniem mikrofalowym w połączeniu z zastosowaniem pary wodnej,
- polem elektromagnetycznym o wysokiej częstotliwości.

Najprostszymi metodami termicznego odkażania nasion są trzy pierwsze z wymienionych powyżej sposobów, polegające na wykorzystaniu gorącej wody, gorącego powietrza lub nasyconej pary wodnej.

Badania nad termiczną eliminacją bakterii gorącą wodą zapoczątkował w 1923 roku Walker. Odkażanie gorącą wodą jest szczególnie zalecane, gdy patogeny obecne są na powierzchni. Metoda ta jest natomiast mniej efektywna, gdy bakterie znajdują się wewnątrz dużych nasion [McIntyre i in. 1978, Grondeau i in. 1992].

W wielu przypadkach, w zależności od gatunku i odmiany nasion warzyw, odkażanie gorącą wodą obniża zdolność kiełkowania nasion [Hall i Taylor 1983, Gozdecka i in. 2010a]. Na wrażliwość nasion ma wpływ ich skład i grubość okrywy nasiennej. Chociaż odkażenie gorącą wodą najlepiej sprawdza się w przypadku występowania patogenów na powierzchni nasion, to jednak ciepło wnika do wnętrza materiału siewnego może powodować częściową eliminację patogenów usytuowanych wewnątrz nich [Baker 1962a, b, 1969]. Większość nasion roślin baldaszkowatych jest odkażana w cieplej wodzie o temperaturze ok. 50°C w czasie 10-30 minut [Domoradzki i Korpala 2002]. Wydłużenie czasu lub podwyższenie temperatury mogą spowodować pogorszenie jakości nasion [Baker 1962a, b, Sykes 1965, Tarr 1972]. Do wad stosowania tej metody należy zaliczyć niecałkowite zniszczenie grzybów i możliwość zniszczenia nasion [Maude 1996]. W badaniach Walkera [1923] suche nasiona były odkażane w gorącej wodzie. Odkażanie zainfekowanych nasion bakteriami *Rhodococcus fasciens*, które wcześniej zanurzano w zimnej wodzie, dawało lepsze rezultaty. Skuteczność tej metody potwierdzono w badaniach Bakera [1962a, b, 1969]. W procesie mokrej termoterapii często stosuje się wcześniejsze zanurzenie w zimnej wodzie dla usunięcia powietrza zawartego wewnątrz tkanek nasion [Baker 1962a, b, 1972]. Skuteczność termoterapii gorącą wodą maleje wraz z czasem przechowywania nasion [Baker 1972]. Według Siegela i in. [1987] metoda odkażania gorącą wodą jest szczególnie skuteczna w odniesieniu do małych nasion, nawet w przypadku głęboko zagnieżdżonych infekcji. Grondeau i in. [1992] uważają, że odkażanie termiczne gorącą wodą jest nieefektywne dla większych nasion zainfekowanych wewnątrz, np. dla nasion grochu zakażonych *Ascochyta pisi*.

Termoterapia z zastosowaniem pary wodnej do zainfekowanych nasion została zbadana przez Bakera [1962a, b, 1969]. Odkazanie parą wodną jest procesem pośrednim pomiędzy odkazaniem gorącą wodą i suchym gorącym powietrzem. Polega na wprowadzeniu pary wodnej do strumienia zimnego powietrza, powoduje to podwyższenie jego temperatury do określonego poziomu. Zazwyczaj proces prowadzi się w temperaturze 56-57°C w ciągu 30 minut. Metoda ta może być z powodzeniem stosowana do eliminacji patogenów grzybowych i bakteryjnych.

Ahlers [2002] podjął się scharakteryzowania procesów termicznego odkazania nasion. W tabeli 1 zestawiono wyniki badań wpływu poszczególnych zabiegów na różne aspekty odkazania materiału siewnego. Z zestawienia wynika, że odkazanie ekologicznych nasion warzyw w praktyce przemysłowej, najlepiej jedną spośród dwóch metod – w gorącej wodzie i powietrzem nasyconym parą wodną (termoterapia gorącym powietrzem w systemie zamkniętym), daje najlepsze rezultaty.

Tabela 1. Charakterystyka procesów termicznego odkazania nasion [Ahlers 2002]

Charakterystyka	Rodzaj procesu					
	termoterapia gorącą wodą	termoterapia gorącym powietrzem w systemie otwartym	termoterapia gorącym powietrzem w systemie zamkniętym	promieniowanie mikrofalowe	promieniowanie mikrofalowe z parą wodną	ogrzewanie energią elektryczną o wysokiej częstotliwości
Skutecznie niszczy grzyby, nie obniżając zdolności kiełkowania nasion	tak	nie	tak	nie	tak	tak
Konieczny czas procesu	60 min	–	30 min	–	3 min	10 min
Temperatura procesu konieczna dla uszkodzenia patogenów*	48-55°C	110-125°C	60-65°C	100-125°C	67-75°C	65-70°C
Temperatura procesu powodująca obniżenie zdolności kiełkowania*	51-55°C	90-100°C	65-70°C	80-100°C	75-80°C	70-75°C
Konieczność suszenia nasion po procesie	tak	nie	nie	nie	nie	nie
Obróbka ciągła dużych partii	tak	tak	nie	tak	(tak)**	tak
Dotarcie do głębokich warstw	tak	nie	nie	(tak)**	nie	tak
Niezawodność procesu (możliwa zmienność temperatury i czasu)	niska	–	bardzo wysoka	–	wysoka	wysoka
Obróbka produktów czułych na wilgoć	nie	tak	tak	tak	tak	tak

* przy 15% zawartości wody

** oznacza częściowo pozytywną odpowiedź

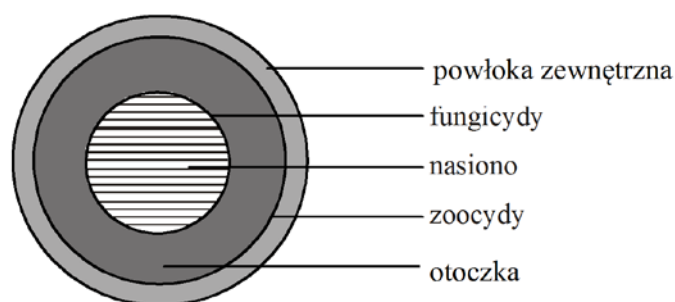
Odkazanie suchym gorącym powietrzem jest rzadziej stosowane do odkazania nasion. Eliminacja bakterii i grzybów przebiega samoistnie podczas suszenia nasion gorącym powietrzem. W przypadku suszenia nasion nie zaleca się przekraczania temperatury 55°C, jednak zadziwiająca jest wytrzymałość termiczna niektórych nasion, np. nasion pomidora, które potrafią utrzymać zdolność kiełkowania po oddziaływaniu powietrza o temperaturze 70°C przez 2 dni czy nasion tytoniu odpornych na temperaturę do 120°C.

Otoczkowanie

Otoczkowanie nasion jest procesem polegającym na granulacji aglomeracyjnej pyłów [Capes i Danckwerts 1965a, b], stosowanym powszechnie w przemyśle farmaceutycznym. Znalazło ono także zastosowanie w nasiennictwie. Otoczkowanie nasion miało pierwotnie na celu tylko powiększenie nasion i poprawienie ich właściwości balistycznych dla ułatwienia wysiewu. Z czasem zaczęto do otoczek dodawać nawozy donasienne, pestycydy, stymulatory wzrostu, generatory tlenu, powłoki wchłaniające wodę lub filtry blokujące dostęp wody do nasion. Najczęściej wykorzystywane urządzenia do otoczkowania nasion to mieszalniki bębnowe, mieszalniki obrotowe i talerze granulacyjne [Klassien i Griszajew 1989].

Granulacja nasion umożliwia umiejscowienie w otoczce mikroorganizmów pożytecznych. Technika otoczkowania nasion została wyczerpująco opisana przez Domoradzkiego [1978], Domoradzkiego i Błasińskiego [1981], Domoradzkiego i in. [2000, 2001, 2007b, 2008], Domoradzkiego i Korpala [2001a, b, 2005] oraz Domoradzkiego i Holcmana [2004], (rys. 1). Przy doborze składników otoczki należy uwzględnić niesprzyjające warunki w glebie w czasie wschodów. W związku z tym kompozycja otoczki może zawierać różne substancje naturalne, w tym zarodki drobnoustrojów pożytecznych wraz z dodatkami umożliwiającymi ich przeżycie i rozwój, wpływające korzystnie na kiełkowanie i wzrost siewek [Domoradzki i Holcman 2004, Domoradzki i Korpala 2005].

Otoczkowanie sprawdza się także w przypadku ochrony materiału siewnego przez zakażeniem ze strony gleby. Otoczka przez kilka dni po wysianiu chroni nasiona kiełkujące wewnątrz, stanowiąc barierę przed drobnoustrojami znajdującymi się w środowisku [Domoradzki i in. 2006]. Legro [2004] uznaje, że otoczkowanie nasion jest niezbędną metodą zapewniającą osiągnięcie odpowiedniego plonu przez stworzenie wewnątrz otoczki sprzyjających warunków do kiełkowania nasion.



Rys. 1. Budowa nasiona otoczkowanego dla rolnictwa konwencjonalnego [Domoradzki i Korpala 2001b]

Atmosfera modyfikowana

Pakowanie w modyfikowanej atmosferze jest powszechne w przemyśle rolno-spożywczym. Dzięki takiemu rozwiązaniu żywność dłużej zachowuje swoje właściwości i jakość. W pakowaniu produktów spożywczych stosuje się także pakowanie próżniowe. W nasiennictwie oba sposoby są nową techniką magazynowania. Dzięki temu parametry jakościowe nasion są zachowane dłużej. Dodatkowo próżniowe pakowanie nasion może spowodować eliminację organizmów tlenowych, np. szkodników występujących na powierzchni i tuż pod okrywą nasienną.

Zwalczanie chwastów

W rolnictwie ekologicznym niedopuszczalne jest używanie chemicznych środków ochrony roślin, w związku z tym nie można stosować powszechnie znanych metod zwalczania chwastów wykorzystywanych w rolnictwie konwencjonalnym. W przypadku upraw ekologicznych metodą zwalczania zachwaszczenia jest jego mechaniczne usuwanie. Jest to podstawowy zabieg w ekologicznej uprawie roślin. Metody te są odkrywane na nowo i nazywane często „powrotem do przeszłości”. Sukcesy w tej dziedzinie ma Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu, który opracowuje zestawy wielofunkcyjnych narzędzi uprawowo-pielęgnacyjnych i pielników mechanicznych [Zbytek i Talarczyk 2007a, b, 2008]. W uprawach ekologicznych stosuje się także zagęszczenie ładu, współrzedną uprawę roślin, ściółkowanie, rośliny okrywowe, folie i włókniny czarne. Wymienione sposoby są także rozwiązaniem w walce z chwastami. Szerszy opis tych zabiegów znajduje się w przeglądzie Adamczewskiego i Dobrzańskiego [2008].

Skaryfikacja

Skaryfikacja to zabieg stosowany w nasiennictwie, polegający na uszkodzaniu grubej i nieprzepuszczalnej dla wody i powietrza okrywy nasiennej w celu ułatwienia kiełkowania. Stosuje się go do przerwania dormancji tzw. nasion twardych. Skaryfikacja polega na uszkodzeniu okrywy nasiennej, a dzięki temu możliwe jest pęcznienie nasion w kontakcie z wodą i przerwanie spoczynku. Wyróżnić można skaryfikację termiczną, w której wykorzystuje się m.in. gorącą wodę lub parę, skaryfikację chemiczną z zastosowaniem silnych kwasów i zasad oraz skaryfikację mechaniczną [Doliński 2009]. Przez skaryfikację mechaniczną rozumie się proste nacięcie okrywy nasiennej ostrym narzędziem, a także zabieg ocierania powierzchni nasion ścierniwem [Domoładzki i in. 2007a]. Skaryfikacja mechaniczna jest także wykorzystywana do usuwania substancji antyżywnościowych występujących w okrywie nasiennej [Gozdecka i in. 2008, 2010a, b, Gęsiński i Gozdecka 2009]. Metoda ta okazuje się być również skuteczna do eliminacji lub ograniczenia ilości patogenów występujących na powierzchni nasion i w ten sposób stanowić może rozwiązanie w technologii pozyskiwania zdrowych nasion ekologicznych.

Klasyfikacja

Klasyfikacja w przemyśle nasiennym jest wykorzystywana do precyzyjnej separacji nasion pod względem wielkości. Panuje częściowo słuszne przekonanie, że rośliny większe wydają dorodniejsze nasiona [Poćwiardowski i Kaniewska 2012]. Rośliny tego samego gatunku o tej samej dojrzałości mogą dawać nasiona o różnej wielkości [Tylek 2012]. Nasiona niedojrzałe i słabo kiełkujące (nasiona najdrobniejsze) mogą pogarszać jakość całej partii nasion, stanowiąc tym samym jej zanieczyszczenie [Poćwiardowski

i Kaniewska 2012]. Kalibracja nasion pod względem wielkości jest pożądana przez hodowców dlatego, że mogą wówczas pozyskać zbiór wyrównany pod względem wielkości. Ważnym aspektem jest też to, że rozdział nasion na frakcje upraszcza procesy technologiczne ich przygotowania do siewu, takie jak suszenie fluidalne, powlekanie i otoczkowanie [Pabis i in. 1984].

Przyjmuje się, że nasiona najdrobniejsze to nasiona niewykształcone i zainfekowane patogenami. Stosując kalibrację nasion pod względem wielkości, można usunąć frakcję stanowiącą zanieczyszczenie i pozyskać zdrowy materiał siewny.

3.3. Inne metody

Hodowla odmian roślin odpornych na szkodniki i choroby

Jednym z zaleceń w rolnictwie ekologicznym jest uprawa odmian odpornych na szkodniki i choroby. Witek i Chmielowiec [2004] potwierdzają możliwości produkcji w Polsce roślin ekologicznych w oparciu o istniejące odmiany tradycyjne. W minionych czasach były one uprawiane na słabo chronionych chemicznie plantacjach i w ten sposób przystosowały się i uodporniły na zagrożenia ze środowiska. Stąd w rolnictwie ekologicznym obserwuje się trend powrotu do starych odmian.

Materiał siewny przeznaczony dla plantacji ekologicznych powinien być mikrobiologicznie czysty i genetycznie odporny na choroby, zakażenia i insekty. Od odmian przeznaczonych na plantacje wielkotowarowe wymaga się zwiększonej odporności na choroby i niesprzyjające warunki meteorologiczne. Wymaga to wieloletniego trudu i pracy hodowców i genetyków oraz znacznych nakładów finansowych [Grzesik 2004]. Uprawiane gatunki i odmiany roślin powinny być dostosowane do warunków glebowych, klimatycznych oraz mieć naturalną odporność na patogeny.

Mechaniczna ochrona upraw przed szkodnikami

W rolnictwie ekologicznym ze szkodnikami, takimi jak śmietki, można walczyć przez zastosowanie siatek ochronnych wokół upraw. Uprawa wówczas jest oddzielona i chroniona przed dostępem owadów niszczących rośliny i plony. Jednak wadą takiej ochrony jest uciążliwość w stosowaniu i nakłady pieniężne, które należy poczynić.

4. PODSUMOWANIE

Produkcja ekologiczna jest ogólnym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcji żywności, łączącym najkorzystniejsze dla środowiska praktyki, wysoki stopień różnorodności biologicznej, ochronę zasobów naturalnych, stosowanie wysokich standardów dotyczących dobrostanu zwierząt i metodę produkcji odpowiadającą wymaganiom niektórych konsumentów preferujących wyroby wytwarzane przy użyciu substancji naturalnych i naturalnych procesów. Ekologiczna metoda produkcji pełni zatem podwójną funkcję społeczną: z jednej strony dostarcza towary na specyficzny rynek kształtowany przez popyt na produkty ekologiczne, a z drugiej strony jest działaniem w interesie publicznym, ponieważ przyczynia się do ochrony środowiska, dobrostanu zwierząt i rozwoju obszarów wiejskich [Rozporządzenie 834/2007] .

Wymagania wobec produkcji ekologicznej zawarte w Rozporządzeniu 834/2007 mają za zadanie zapewnienie uczciwej konkurencji i ochrony konsumentów. W związku z tym żywność produkowana w tym systemie musi być bezpieczna, czyli pozbawiona zagrożeń dla zdrowia konsumentów. W ekologicznej produkcji roślinnej wykluczone

jest stosowanie chemicznych środków ochrony roślin, co skutkować może pogorszeniem jakości plonu. W związku z tym poszukuje się metod i działań, które spowodują poprawę parametrów jakościowych nasion ekologicznych po zbiorze.

LITERATURA

- Adamczewski K., Dobrzański A., 2008. Znaczenie i możliwości wykorzystania metod agrotechnicznych i niechemicznych do regulowania zachwaszczenia w ekologicznej uprawie roślin. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PB Poznań, 221-240.
- Ahlers D., 2002. Alternatives to chemical seed dressing. Research & Innovation Agrifuture Winter 2.
- Aksenova L.A., Bocharova M.A., Dunaeva M.V., Zak E.A., Klyachko N.L., 1993. Effect of seed treatment by surfactants on germination of wheat (*Triticale aestivum* L.) under water deficit. Seed Sci. & Technol. 21, 483-485.
- Baker K.F., 1962a. Principles of heat treatment of soil and planting material. J. Aust. Inst. Agr. Sci. 28, 118-126.
- Baker K.F., 1962b. Thermotherapy of planting material. Phytopathology 52, 1244-1255.
- Baker K.F., 1969. Aerated-steam treatment of seed for disease control. Hort. Res. 9, 59-73.
- Baker K.F., 1972. Seed pathology. [In:] Seed Biology, Vol. 2, T.T. Kozłowski (ed.), Academic Press, New York, 317-416.
- Bennett M., 1998. The Use of Biologicals to Enhance Vegetable Seed Quality. Seed Technol. 20(2), 198-208.
- Chojnacki J., 2008. Równomierność osadzania owadobójczych nicieni pod rozpylaczem szczelinowym. Inż. Rol. 10(108), 25-29.
- Dąbrowski Z., Woźniak K., Słowiński A., 2008. Możliwości wykorzystania preparatów wirusowych i feromonów w ochronie sadów jabłoniowych w Polsce. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PB Poznań, 370-375.
- Doliński R., 2009. Wpływ działania gorącej wody, chemicznej skaryfikacji i czasu przechowywania na kiełkowanie nasion ślázowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby). Biul. IHAR 251, 293-303.
- Domoradzki M., 1978. Kinetika granulacji pyłów w granulatorze talerzowym. Praca doktorska, Politechnika Łódzka.
- Domoradzki M., 2011. Doskonalenie technologii pozbiorowej obróbki nasion ekologicznych na przykładzie nasion roślin baldaszkowatych. Rozprawy 149, UTP Bydgoszcz.
- Domoradzki M., Błasiński H., 1981. Kinetika granulacji pyłów w granulatorze talerzowym. Inż. Chem. Proc. 2, 461-476.

- Domoradzki M., Dzieńiecki P., 2008. Odporność termiczna wybranych nasion warzyw. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PIB Poznań, 291-306.
- Domoradzki M., Holcman J., 2004. Zastosowanie i charakterystyka nasion otoczkowanych. [w:] Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, B. Michalik i W. Weiner (red.), AR Kraków, 176-180.
- Domoradzki M., Holcman J., Korpala W., 2000. Technologia otoczkowania i powlekania nasion. Warsztaty Nasienne, Katedra Genetyki, Hodowli i Nasiennictwa, AR Kraków.
- Domoradzki M., Korpala W., 2001a. Badania nad podniesieniem jakości nasion otoczkowanych. VI Ogólnopolskie Symp. Granulacja 2001, Stan techniki oraz nowe zastosowania procesów i aparatury do granulacji, Puławy – Kazimierz Dolny.
- Domoradzki M., Korpala W., 2001b. Technologia otoczkowania i powlekania nasion pietruszki. VI Ogólnopolskie Symp. Granulacja 2001, Stan techniki oraz nowe zastosowania procesów i aparatury do granulacji, Puławy – Kazimierz Dolny.
- Domoradzki M., Korpala W., 2002. Termoodkażanie nasion w gorącej wodzie. Inż. Rol. 9(42), 99-106.
- Domoradzki M., Korpala W., 2003. Ługowanie substancji powstrzymujących kiełkowanie z nasion buraka ćwikłowego. Inż. Rol. 8(50), 107-113.
- Domoradzki M., Korpala W., 2005. Dobór materiałów do otoczkowania nasion rzodkiewki roztworem dekstryny. Inż. Rol. 11(71), 69-78.
- Domoradzki M., Korpala W., 2008. Mieszanina wody, dekstryny i alkoholu poliwinylowego do otoczkowania nasion. Chemik 9, 456-458.
- Domoradzki M., Korpala W., Sadowski Cz., 2006. Studies on plant health in organic protection of vegetable seeds. Proc. Euro Joint Organic Congress Organic Farming and European Rural Development, Odense Denmark, 410-411.
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W., 2001. Powlekanie i granulacja nasion. VI Ogólnopolskie Symp. Granulacja 2001, Stan techniki oraz nowe zastosowania procesów i aparatury do granulacji. Puławy – Kazimierz Dolny.
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W., 2007a. Badania procesu mechanicznej skaryfikacji nasion. Inż. Rol. 5(93), 97-106.
- Domoradzki M., Korpala W., Weiner W., 2007b. Technologia przygotowania torfu do otoczkowania nasion. Inż. Rol. 5(93), 107-114.
- Ellis B., Bradley F., 1996. The organic gardener's handbook of natural insect and disease control. Rodale Press Emmaus, Pennsylvania.
- Fiedler Ż., Sosnowska D., 2008. Metody biologiczne w rolnictwie ekologicznym. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PIB Poznań, 167-175.
- Gozdecka G., Weiner W., Gęsiński K., 2008. Wpływ skaryfikacji mechanicznej na zawartość saponin w nasionach komosy ryżowej. Acta Agrophys. 12(3), 657-662.

- Gozdecka G., Weiner W., Gęsiński K., Muszyńska J., 2010a. Zastosowanie wybranych metod usuwania saponin z powierzchni nasion. Zeszyty Probl. Post. Nauk Rol. 546, 99-105.
- Gozdecka G., Weiner W., Gęsiński K., Nadrowska E., 2010b. Wpływ wybranych metod odkazania na jakość nasion *Chenopodium quinoa* Willd. Acta Agrophys. 16(2), 285-294.
- Gęsiński K., Gozdecka G., 2009. Ocena usuwania saponin z nasion komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) w skaryfikacji mechanicznej. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 48(2), 48-49.
- Grondeau C., Ladonne F., Fourmand A., Poutier F., Samson R., 1992. Attempt to eradicate *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* from pea seeds with heat treatments. Seed Sci. Technol. 20, 515-525.
- Grzesik M., 2004. Wybrane zagadnienia z produkcji nasion ekologicznych. [w:] Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, B. Michalik i W. Weiner (red.), AR Kraków, 205-213.
- Grzesiuk S., Kulka K., 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL Warszawa, ISBN 83-09-00412-5.
- Hall T.J., Taylor G.S., 1983. Aerated-steam treatment for control of *Alternaria tenuis* on lobelia seeds. Ann. Appl. Biol. 103, 219-228.
- Hassel R., Kretchman D., 1997. Wpływ układu baldacha, namaczania i skaryfikacji na substancje opóźniające wzrost. HortScience 7.
- Jankiewicz L.S., 1997. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. PWN Warszawa.
- Joergensen H., 2004. Rozwój rolnictwa zrównoważonego. Inż. Rol. 1(56), 49-58.
- Klässien P.W., Griszajew I.G., 1989. Podstawy techniki granulacji. WNT Warszawa.
- Kochman J., Węgorek W., 1997. Ochrona roślin. Plantpress Kraków.
- Legro I.R.J., 2002. Organic seed & coating technology: a challenge and opportunity. Proc. of the First World Conference on Organic seed, FAO Headquarters, 108-112.
- Lipa J.J., 1984. Integrowanie metod zwalczania i sterowania populacjami agrofagów w nowoczesnych programach ochrony roślin. Mat. XXIV Sesji Naukowej IOR, 31-48.
- Lipa J.J., 2007. Wykorzystanie bakterii w biologicznej ochronie roślin przed szkodnikami i chorobami. Metody i środki proponowane w ochronie roślin ekologicznych. Monografia, ISBN 978-83-89869-57.
- Lutchmeah R.S., Cooke R.C., 1985. Pelleting of seed with the antagonist *Pythium oligandrum* for biological control of damping-off. Plant Pathology 34, 528-531.
- Łabanowska-Bury D., White R., 2008. Produkcja ekologiczna w Wielkiej Brytanii – sukcesy i ograniczenia. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PIB Poznań, 80-85.

- Lundengårdh B., 2002. Czynniki wpływające na jakość żywności pochodzącej z rolnictwa ekologicznego. [w:] Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne, D. Kołożyn-Krajewska (red.).
- Maude R.B., 1996. Seedborne Diseases and Their Control. Horticulture Research International Wellesbourne, CAB International.
- McIntyre J.L., Sands D.C., Taylor G.S., 1978. Overwintering seed disinfestation and phytogenicity studies of the tobacco hollow stalk pathogen, *Erwinia caratovora* var. caratovora. Phytopathology 68, 435-440.
- Motyka T., 2009. Rolnictwo ekologiczne programu rolnośrodowiskowego. Biblioteczka programu rolnośrodowiskowego 2007-2013. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi Warszawa. ISBN 978-83-62164-36-6
- Olszak R.W., Pruszyński S., Lipa J.J., 2000. Rozwój koncepcji i strategii wykorzystania metod oraz środków ochrony roślin. Progress in Plant Protection/Post. Ochr. Rośl. 40(1), 40-50.
- Poćwiardowski W., Kaniewska J., 2012. Wpływ kąta ustawienia motowibratorów na amplitudę drgań pokładów sitowych przesiewacza wibracyjnego do nasion. Inż. Rol. 2(136), T. 1, 287-297
- Podlaski S., 2000. Produkcja nasion buraka cukrowego o wysokiej jakości. Katedra Genetyki, Hodowli i Nasiennictwa, AR Kraków.
- Pruszyński S., 2006. Ochrona upraw w rolnictwie zrównoważonym. Probl. Inż. Rol. 2, 71-80.
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych (Dz.U. WE L 189 z 20.07.2007).
- Sadowski Cz., Domoradzki M., Korpala W., 2005a. Badania nad możliwością stosowania biopreparatu opartego na *Trichoderma viride* do otoczkowania nasion warzyw ekologicznych. [w:] Zmienność genetyczna i jej wykorzystanie w hodowli roślin ogrodniczych, pod red. B. Michalik i E. Żurawicza, ISiK Skierniewice i PTNO, ISBN 83-88707-86-8, 219-227.
- Sadowski Cz., Korpala W., Weiner W., 2004. Otoczkowanie nasion z zarodnikami *Trichoderma viride*. [w:] Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, B. Michalik i W. Weiner (red.), AR Kraków, 248-251.
- Sadowski Cz., Pańska D., Lenc L., Domoradzki M., 2005b. Badania nad możliwością wykorzystania biopreparatów do otoczkowania nasion warzyw ekologicznych. Progress in Plant Protection 45(2), 1055-1057.
- Siegel M.R., Latch G.C.M., Johnson M.C., 1987. Fungal endophytes of grasses. Ann. Rev. Phytopath. 25, 293-315.
- Sykes G., 1965. Disinfection and Sterilization. 2nd ed. E&FN Spon London, UK.
- Szymona J., 2008. Światowe tendencje w rozwoju rolnictwa ekologicznego. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszczyk (red.), IOR-PIB Poznań, 15-21.

- Tarr S.A.J., 1972. The Principles of Plant Pathology. Macmillan London, UK.
- Taylor A.G., Herman G.E., Nielsen P.A., 1994. Biological seed treatments using *Trichoderma harzianum* for horticultural crops. HortTechnol. 4, 105-109.
- Tylek P., 2012. Wielkość i kształt jako cechu rozdzielcze nasion dębu szypułkowego (*Quercus rober* L.). Acta Agrophysica 19(3), 673-687
- Walker J.C., 1923. The hot water treatment of cabbage seed. Phytopathology 13, 251-253.
- Witek Z., Chmielowiec P., 2004. Produkcja nasion do upraw ekologicznych, konieczność, możliwości i aspekty praktyczne. [w:] Wybrane zagadnienia z nasiennictwa roślin ogrodniczych, B. Michalik i W. Weiner (red.), AR Kraków, 252-256.
- Yohalem D.S., 2003. Microbiological management of foliar pathogens in glasshouses. Slutkonference, Danmark.
- Zbytek Z., Talarczyk W., 2007a. Mechaniczna ochrona upraw w wąskich międzyrzędziach. Mechaniczna ochrona upraw w szerokich międzyrzędziach. [w:] Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie, T. 2, PIMR Poznań, 44-48, 49-60.
- Zbytek Z., Talarczyk W., 2007b. Nowe wielofunkcyjne narzędzia uprawowo-pielęgnacyjne. Technika Rolnicza – Ogrodnicza – Leśna 2, 20-23.
- Zbytek Z., Talarczyk W., 2008. Nowe rozwiązania proekologicznych narzędzi do mechanicznego zwalczania chwastów. [w:] Poszukiwanie nowych rozwiązań w ochronie upraw ekologicznych, E. Matyjaszyk (red.), IOR-PIB Poznań, 221-240.