

## BIOLOGICAL AND PHYSICAL METHODS OF SEED PRODUCTION AND PROCESSING

### Summary

*Yield and quality of seeds decide about the effectiveness of plant production. They are dependent not only on the genera but also on environmental conditions, such as water, temperature, nutrition, light, as well as localisation of seeds on plants, which influence on the time of seed maturation and their harvest. Increase of yield and quality of seeds can be achieved by use of agro technical methods, regulation of plant development basing on the allelopathy between organisms, physiological and biological treatments of developed plants and seeds, improving flowering and pollination, pre-sowing seed processing and conditioning, increasing resistance to chilling, improving the health status of seeds and decreasing their ageing. The used methods are ecological and friendly for environment.*

**Key words:** seeds; production; yield; quality; biological methods; allelopathy

## BIOLOGICZNE I FIZYCZNE METODY STOSOWANE W PRODUKCJI I USZLACHETNIANIU NASION

### Streszczenie

*Plon i jakość nasion są ważnymi parametrami decydującymi o efektywności produkcji rolniczej. Zależą one od cech genetycznych, i warunków środowiskowych, w tym: wody, temperatury, nawożenia, naświetlenia, a także od umiejscowienia nasion na roślinie, które ma wpływ na okres ich dojrzewania i zbioru. Zwiększenie wielkości i jakości plonu nasion można uzyskać stosując niechemiczne metody agrotechniczne, stymulowanie lub hamowanie wzrostu sąsiadujących roślin wykorzystując zjawisko allelopatii, biologiczne traktowanie rozwijających się roślin i nasion, poprawę kwitnienia i zapylania kwiatów, przedśiewne uszlachetnianie nasion, zwiększenie odporności siewek na chłód i choroby oraz spowolnienie starzenia się materiału siewnego. Wyodrębnione metody mają charakter ekologiczny i sprzyjają środowisku.*

**Słowa kluczowe:** nasiona; produkcja; plon; jakość; metody biologiczne; allelopatia

### 1. Wstęp

Plon i jakość nasion są jednymi z podstawowych parametrów decydujących o efektywności produkcji roślinnej. Zależą one od wielu czynników, między innymi od genotypu, warunków środowiskowych w okresie rozwoju roślin oraz dojrzewania, przechowywania, selekcji, kiełkowania i uszlachetniania materiału siewnego. W związku z zachodzącymi zmianami klimatycznymi wpływ stresogennych czynników siedliskowych na nasiona podczas rozwoju i dojrzewania jest zróżnicowany i złożony. Na ogół efekt ich jest szkodliwy, deterioracyjny i objawia się spadkiem liczby i jakości nasion. Skala oddziaływania tych czynników zależy od natężenia i czasu oddziaływania stresu, stadium rozwojowego nasion oraz gatunku i odmiany roślin uprawianych w tych warunkach. W następstwie działania szeregu czynników siedliskowych zaobserwowano zróżnicowanie składu chemicznego, wielkości i masy nasion oraz ich kiełkowania i wigoru. Wśród najważniejszych czynników modyfikujących plon i jakość nasion wyróżnia się dostępność wody, temperaturę, nawożenie roślin oraz intensywność światła. Zachodzące zmiany klimatyczne skutkują brakiem lub nadmiarem wody na określonych obszarach, co negatywnie wpływa na wiele procesów, w tym na gospodarkę mikro- i makroelementami w roślinie i nasionach [60]. Występujące wahania i zmiany temperatury w okresie wegetacji nie sprzyjają plonowaniu nasion i są uzależnione od gatunku roślin. Tak np. niska temperatura podczas rozwoju nasion powoduje

zmniejszenie zawartości białka u soi, podczas gdy u grochu, pszenicy, łubinu i lnu korzystnie wpływa na ich dorodność. Również słabsze naświetlenie roślin macierzystych skutkuje wytwarzaniem małych nasion, co zaobserwowano u marchwi, grochu, soi, kukurydzy i koniczyny. W warunkach krótkiego dnia u grochu i życicy trwałe uzyskane nasiona posiadają mniejszą masę wskutek ograniczenia procesu fotosyntezy.

W ostatnich latach, w związku z globalnym dążeniem do ograniczenia nadmiernego stosowania związków chemicznych w produkcji roślinnej oraz zwiększającym się arealem roślin uprawianych metodami ekologicznymi lub integrowanymi, zwiększa się zainteresowanie biologicznymi metodami poprawy plonu i jakości nasion. Jedną z bardziej efektywnych ekologicznych metod kształtowania wielkości i jakości plonu nasion jest selekcja roślin oraz hodowla nowych odmian pod kątem korzystnych cech jakościowych. Sposoby te umożliwiają uzyskanie wysokiego plonu oraz jakości nasion odpornych na choroby i stres. Metody hodowlane mogą modyfikować również potencjał roślin do wydzielania substancji, atrakcyjnych dla szkodników, które żerując na roślinach powodują zmniejszenie plonów [47]. Niezależnie od skuteczności prac hodowlanych plon i jakość nasion można poprawić stosując biologiczne metody podczas rozwoju roślin oraz dojrzewania, przechowywania i przygotowania nasion do siewu.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie najważniejszych ekologicznych metod stosowanych w czasie produkcji i uszlachetniania nasion, z których zdecydowana więk-

szość efektywnie funkcjonuje w Pracowni Nasiennictwa Instytutu Ogrodnictwa.

## **2. Agrotechniczne metody wspomagające ekologiczną produkcję nasion**

### **2.1. Stymulacja życia biologicznego w glebie i jej nawożenie**

Plon i jakość nasion zależy w dużym stopniu od warunków środowiskowych, a zastosowane ekologiczne metody agrotechniczne mogą stymulować wzrost roślin nasiennych, a także korzystnie wpłynąć na własności fizykochemiczne gleby, życie biologiczne i zwalczanie chwastów. Oprócz typowych zabiegów agrotechnicznych korzystne jest wprowadzanie do gleby pożytecznych mikroorganizmów i związków biologicznie czynnych poprawiających jej strukturę i wartość biologiczną. Na rynku znajduje się już wiele biologicznych środków o charakterze polepszaczy glebowych, które po wprowadzeniu do podłoża stymulują wzrost życia biologicznego oraz rozwój roślin. Do nich należy, między innymi: BactoFil, Biojodis, EM (Efektywne Mikroorganizmy), EM Farming, EM Farming PLUS, Humobak PG, Labimar 10S, Mikro-Vital, Mykoflor, Proplantan AM, Start Booster [36, 57, 37, 39, 32, 33, 27, 28, 41, 52]. Biologiczne nawożenie roślin matecznych substancjami poprawiającymi warunki środowiskowe skutkuje wytworzeniem większych nasion. Nawożenie azotem zwiększa w nich zawartość białka, a właściwe zaopatrzenie w fosfor korzystnie wpływa na kiełkowanie nasion i wzrost otrzymanych z nich roślin. Z kolei potas zwiększa żywotność nasion i zabezpiecza je przed deformacjami oraz niekorzystnymi przebarwieniami zarodka i okrywy nasiennej [41].

### **2.2. Zagęszczenie roślin jako metoda modyfikacji architektury nasiennika i czynnika maternalnego**

Zastosowanie odpowiedniej rozstawy roślin w warunkach polowych modyfikuje czynnik maternalny, który wpływa na rozwój roślin i jakość nasion. Rośliny z natury silnie rozgałęziające się (aster chiński, burak ćwikłowy) i rosnące w odpowiednim zagęszczeniu, wytwarzają największą masę nasion wczesną jesienią na pędach głównych i pierwszego rzędu, co wpływa korzystnie na ich jakość oraz skład chemiczny. Zbyt duża rozstawa powoduje często większe rozkrzewienie i zawiązywanie się nasion późną jesienią na pędach dalszego rzędu, co skutkuje większym ich zróżnicowaniem i niższą wartością siewną [21, 22, 31]. Zdaniem wielu autorów czynnik maternalny jest ważnym bodźcem różnicującym nasiona pod względem morfologiczno-anatomiczno-fizjologicznym, uwydatniający się nawet na najbardziej wyrównanych plantacjach nasiennych. Różne umiejscowienie nasion na roślinie jest przyczyną ich nierównomiernego dojrzewania oraz niejednolitego odżywiania produktami asymilacji. Skutkuje to zazwyczaj najwyższą jakością nasion na pędach głównych, mniejszą na pędach drugiego rzędu i najniższą na ostatnich rozgałęzieniach, z których nasienniki zbiera się późną jesienią, co jak w przypadku selera, może wpływać na ich większą spoczynkowość. Fizjologiczne zróżnicowanie nasion, będące skutkiem różnej morfologii roślin i struktury owocowania wpływa również na rozwój i plonowanie wyrosłych z nich roślin. Tak np. rośliny bobiku pochodzące z nasion zebranych z górnego piętra cechuje najwolniejsze tempo wzrostu do chwili kwitnienia, zaś od tego momentu najszybsze w porównaniu do roślin pochodzą-

cych z niższych pięter. Ponadto największy plon wytwarzają rośliny pochodzące z nasion zebranych z piętra dolnego, a najniższy z górnego. Nasiona astra chińskiego zebrane z pędu głównego wykazują najwyższą żywotność, podczas gdy powstałe na pędach następnych rzędów kiełkują w niskim procencie [21, 22].

## **3. Ekologiczne metody regulacji rozwoju roślin i nasion oparte na allelopacyjnym oddziaływaniu organizmów. Dobór sąsiadujących gatunków roślin**

Ze względu na możliwość allelopacyjnego oddziaływania na siebie organizmów sąsiedztwo uprawianych roślin może stymulować lub ograniczać ich rozwój. W związku z tym uprawa obok siebie odpowiednio dobranych gatunków roślin, wprowadzenie allelopacyjnie oddziaływujących mikroorganizmów, glonów i nietoksycznych *Cyanobacteria* do gleby lub nawożenie dolistne roślin może wpłynąć na plonowanie i jakość nasion. Allelopacyjnie oddziaływujące organizmy wydzielają substancje chemiczne, które stymulują lub hamują wzrost innych organizmów będących w bezpośrednim otoczeniu (roślin i bakterii) oraz pobudzają lub hamują kiełkowanie, a także wzrost i rozwój innych gatunków roślinnych żyjących w ich styczości, lub rosnących bezpośrednio po nich na tym samym miejscu. W poprawie jakości nasion i roślin może być wykorzystana allelopatia ujemna, powodująca zmniejszenie populacji owadów, szkodników i nicieni pod wpływem allelozwiązków. Z kolei wydzielane przez grzyby antybiotyki korzystnie wpływają na zdrowotność nasion i roślin poprzez zahamowanie rozwoju bakterii i innych grzybów oraz blokowanie syntezy ich białek. Przykładem pozytywnego allelopacyjnego oddziaływania jest, między innymi, przyspieszony rozwój ogórka w sąsiedztwie fasoli, kukurydzy, grochu, rzodkiewki i słonecznika oraz marchwi uprawianej obok grochu, sałaty, cebuli, pora i pomidora. Na rozwój kapusty korzystnie wpływają kostrzewa łąkowa i koniczyna stosowane jako ściółki, a na pietruszkę używane jako międzyplony gorczyca biała, owies, wyka siewna i facelia [5]. Z kolei mulczowanie gleby rozdrobnioną masą słonecznika hamuje kiełkowanie i rozwój chwastów, sałata słabiej kiełkuje w obecności rzodkiewki, a uprawa aksamitki, pomidora dzikiego i żyta zmniejsza populację nicieni w glebie.

## **4. Biologiczne metody przedzbiorczego traktowania roślin i nasion**

### **4.1. Stymulacja wzrostu roślin przy użyciu biostymulatorów oraz naturalnych metabolitów roślin**

Plon nasion i wzrost roślin ogrodniczych można zwiększyć poprzez traktowanie ich biopreparatami stymulującymi głównie procesy metaboliczne. W ostatnim czasie pojawiło się ich wiele na rynku krajowym jak np.: bazujące na ekstraktach z glonów morskich z dodatkiem składników mineralnych: Algex, Basfoliar Aktiv, Bio-Algeen S90, Goemar Goteo, Goemar BM 86, oparte na kwasach humusowych i składnikach mineralnych: Diamond Nectar, Humi-Plant, Humoplant, Rosahumus oraz na aminokwasach: Aminoplant, Megafon, Metalosate, Radix-Cal. Korzystnie na procesy metaboliczne, a przez to na wzrost roślin oraz plon i jakość nasion wpływa również traktowanie efektywnymi mikroorganizmami (EM) i biopreparatami, w tym Grevit (wyciąg z pestek grejpfruta), Asahi SL, Biochicol (chitosan), Tytanit (sole tytanu), Biojodis (szczepionki mi-

kroorganizmów i aktywny jod) [15, 37, 39, 32, 33, 28, 29, 41]. Badania wskazują także, że opryskiwanie i/lub podlewanie monokulturami lub ekstraktami z glonów i *Cyanobacteria*, może korzystnie wpłynąć na plonowanie i zdrowotność roślin, skutecznie konkurować ze stosowanymi obecnie nawozami i pestycydami i nie skażać środowiska. *Cyanobacteria* i glony posiadają zdolność do syntezowania i uwalniania z komórek szeregu bioaktywnych metabolitów wtórnych o korzystnym wpływie na wzrost i rozwój roślin, między innymi: auksyn, giberelin, cytokinin, witamin, polipeptydów, aminokwasów, hormonów i antybiotyków stymulujących rozwój *Lactobacilli* [55]. Pod ich wpływem zaobserwowano, między innymi, kilkukrotny wzrost nityfikatorów i gatunków z rodzaju *Azotobacter* i *Clostridium* [54] oraz 500-krotny wzrost populacji bakterii, grzybów i promieniowców w obecności *Nostoc muscorum* [46]. Żywe glony i *Cyanobacteria* mogą też zasymilować ponad 50 kg atmosferycznego azotu w przeliczeniu na hektar. Równie istotne jest wytwarzanie przez nie korzystnych regulatorów wzrostu oraz związków hamujących rozwój patogennych bakterii i grzybów, a także poprawa struktury i porowatości gleby przez wydzielanie do otoczenia polisacharydów i substancji kleistych [46]. *Cyanobacteria* zwiększają także biodostępność dla roślin składników pokarmowych takich jak żelazo i molibden. Traktowanie wybranymi gatunkami *Cyanobacteria* stymuluje wzrost astra chińskiego, słonecznika, prosa różgowatego, topinamburu i winorośli uprawianych w warunkach normalnych i stresowych [56, 57, 28, 29, 52].

#### 4.2. Poprawa kwitnienia i zapylania kwiatów przy użyciu biostymulatorów

Jedną z efektywnych metod poprawy plonowania i jakości nasion jest przyspieszenie kwitnienia i stymulacja zapylania kwiatów, co sprzyja wcześniejszemu zawiązywaniu i dojrzewaniu nasion oraz wyższej ich jakości. Można to uzyskać, między innymi, poprzez okresowe schładzanie kielkujących nasion lub młodych roślin w niskich temperaturach (wernalizacja), zastosowanie właściwego dla gatunku fotoperiodu, nawożenie nawozami ekologicznymi zapewniające odpowiednią zawartość węgla w stosunku do azotu, krótkotrwałe stresowanie roślin oraz traktowanie biostymulatorami (Asahi SL, Tytanit). Preparaty te zwiększają żywotność i turgor ziaren pyłku, receptywność znamienia słupka, zwiększają liczbę łagiewek penetrujących szyjkę słupka, co prawdopodobnie powoduje zapłodnienie komórki jajowej gametą męską pochodzącą z ziarna pyłku o największym wigorze. Zmniejszają one również liczbę kwiatów męskosterylnych oraz ograniczają porażenie szarą pleśnią. Efektywność tych preparatów i traktowań jest bardziej skuteczna w warunkach niesprzyjających dla wzrostu [10, 14, 15].

#### 4.3. Stymulacja owadów do zapylania kwiatów przy użyciu feromonów i atraktantów

Biologiczną metodą poprawy plonowania nasion może być opryskiwanie kwitnących roślin feromonami, które zwabiają owady zapylające kwiaty. Feromony izoluje się z motyli oraz z pszczoły miodnej. Wyprodukowane na ich bazie feromonowe preparaty: Bee Boost i Fruit Boost oraz pozostałe feromony obok innych atraktantów (zawierających cukry i białka) mogą być stosowane w wielkotowarowej produkcji roślinnej [35].

#### 4.4. Zapobieganie osypywaniu nasion z roślin matecznych

Korzystnym zabiegiem poprawiającym plon wartościowego materiału siewnego jest traktowanie dojrzewających nasienników substancjami zapobiegającymi osypywaniu się dojrzałych nasion. Celem ograniczenia strat plonu nasion powodowanych ich osypywaniem stosuje się, między innymi: Nu Film 96 EC (di-1-p-menten; Miller Chemical & Fertilizer Corporation, USA) środek naturalny pochodzenia roślinnego wzmacniający łuszczyzny, Harvade (dimetipin; Crompton Manufacturing Company, Inc, USA), który przyspiesza dojrzewanie i ogranicza osypywanie nasion podczas zbioru, Spodnam 555 SC (di-1-P-menten; Mandops Limited, UK) będący regulatorem wzrostu zapobiegającym pękaniu łuszczyzn, osypywaniu się nasion rzepaku w trakcie zbioru i wyrównującym ich dojrzewanie, Elastiq 550 EC (syntetyczny lateks; De Sangosse Ltd, Cambridge, UK) sklejający łuszczyzny i zapobiegający osypywaniu się nasion oraz Flexi (emulsja karboksylowanego kopolimeru butadienowo-styrenowego; Interagro Ltd, UK) ograniczający pęknięcie łuszczyzn i osypywanie nasion rzepaku. Wszystkie te preparaty są szkodliwe w różnym stopniu dla środowiska i człowieka. Dlatego poszukuje się nowych preparatów bardziej skutecznych i przyjaznych środowisku [61, 49, 58, 11].

### 5. Przesiewne uszlachetnianie nasion

#### 5.1. Przerzwanie spoczynku nasion

Przesiewne uszlachetnianie nasion jest stosowane w celu pobudzenia ich do lepszego kiełkowania oraz wschodów siewek, w możliwie najkrótszym okresie i w szerokim zakresie warunków środowiskowych. Niedostateczne kiełkowanie nasion, spowodowane spoczynkiem wywołanym nieprzepuszczalnością okryw owocowo-nasiennych dla wody i gazów można poprawić stosując skaryfikację poprzez mechaniczne uszkodzenie okrywy nasiennych w skaryfikatorach albo moczenie w gorącej wodzie lub ciekłym azocie (-196,5°C). Innym zabiegiem powodującym ustąpienie spoczynku jest krótkotrwałe mrożenie nasion w niskiej temperaturze (od -25 do -10°C) oraz okresowe (do kilku miesięcy) chłodzenie ich w 2-5°C (wernalizacja) lub traktowanie stymulatorami wzrostu [8].

#### 5.2. Stymulacja kiełkowania nasion przy użyciu czynników fizycznych

Pozytywny wpływ na kiełkowanie i wzrost roślin ma również czyszczenie i selekcja nasion pod względem cech fizycznych oraz traktowanie temperaturami, naświetlanie światłem o różnej długości fali i natężeniu lub traktowanie zmiennym polem magnetycznym. Efektywność tych zabiegów jest uzależniona od gatunku rośliny [50, 6]. W przypadku zainfekowanych nasion można stosować hydrotermoterapię lub ich krótkotrwałe odkażanie w temperaturze ponad 100°C, do czego służy odpowiednia aparatura [9].

#### 5.3. Poprawa kiełkowania przy użyciu kondycjonowania nasion

Efektywną metodą poprawy wartości siewnej nasion roślin ogrodniczych jest hydrokondycjonowanie, osmokondycjonowanie lub matrykondycjonowanie polegające na kontrolowanym uwilgotnieniu ich do określonej wilgotności i następnie inkubacji w określonych warunkach termiczno czasowych. Metody te różnią się sposobem uwil-

gatniana nasion. Podczas hydrokondycjonowania nasiona są nawilgacane wodą bez jej nośnika, w przypadku matrykondycjonowania nośnikiem wody jest stała substancja nieorganiczna o wysokim ujemnym potencjale wodnym, a w czasie osmokondycjonowania nośnikiem jej są substancje osmotycznie czynne o niskim potencjale osmotycznym. Pobrana przez nasiona określona ilość wody umożliwia przebieg większości procesów metabolicznych poprzedzających kiełkowanie właściwe, ale brakuje jej do rozpoczęcia wzrostu zarodków i przebicia przez nie okryw nasienne. Większość nasion kondycjonuje się tą metodą w 15°C lub temperaturze optymalnej dla kiełkowania (20°C) przez okres od kilku godzin do kilkunastu dni. Nasiona kondycjonowane odpowiednimi metodami można wysuszyć i przechować do czasu wysiewu najlepiej w niskiej temperaturze (3°C) i względnej wilgotności powietrza (RH) 40%, czyli w warunkach korzystnych dla przechowywania nasion typowych (ortodoksyjnych). Kondycjonowanie powoduje przyspieszenie kiełkowania i wschodów siewek oraz zmniejsza niekorzystny wpływ warunków środowiskowych na początkowy wzrost roślin. Efektywność kondycjonowania można zwiększyć dodając do wody regulatory wzrostu [20, 18, 1, 2, 3, 4, 27, 28, 25, 23, 24, 38, 54, 55].

#### 5.4. Poprawa kiełkowania nasion przy użyciu metabolitów glonów i *Cyanobacteria*

Przedsewne traktowanie nasion monokulturami glonów lub *Cyanobacteria* może korzystnie wpływać na kiełkowanie nasion, zwiększać produktywność roślin oraz ich odporność na niesprzyjające warunki. Badania autorów wskazują na przyspieszenie i zwiększenie kiełkowania oraz początkowy wzrost siewek prosa różgowatego, ślazuwca pensylwańskiego, słonecznika i astra chińskiego pod wpływem przedsewnego moczenia w wodnych monokulturach wybranych nietoksycznych gatunków *Cyanobacteria* żyjących w wodach śródlądowych w Polsce i Czechach [46, 26, 56, 52].

#### 5.5. Biologiczna osłona nasion

Większość patogenów zasiedlających nasiona przenosi się z materiałem siewnym na rośliny, powodując trudne do zwalczania choroby roślin. Właściwy dobór środków do przedsewnego traktowania nasion może zmniejszyć ryzyko infekcji pierwotnej i strat plonów. W produkcji roślin metodami ekologicznymi znaczącym problemem jest niedobór skutecznych preparatów do kompleksowej osłony nasion i ochrony plantacji nasiennych przed chorobami. Wychoząc naprzeciw oczekiwaniom ekologicznej produkcji nasiennej prowadzone są badania nad nowymi metodami odkażania nasion i niechemicznymi odkażalnikami ograniczającymi mikoflorę kontaminującą nasiona [12, 44]. Intensywnie badane są również możliwości wykorzystania mikroorganizmów w zaprawianiu nasion [30, 51, 59]. Do najczęściej badanych mikroorganizmów należą grzyby z rodzajów *Trichoderma* i *Gliocladium* oraz bakterie z rodzajów *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Bacillus* i *Streptomyces* [7]. Na skuteczność biologicznego traktowania nasion mogą wpływać takie czynniki, jak: pH podłoża, koncentracja jonów żelaza, wilgotność, temperatura, wielkość inokulum, a także sposób przedsewnego traktowania nasion. Wyniki badań wskazują, że interesującą metodą alternatywną może być zaprawianie biologiczne i równoczesne kondycjonowanie nasion, zwane biokondycjonowaniem [37].

#### 5.6. Zwiększanie odporności roślin na chłód poprzez traktowanie pęczniących nasion szokiem termicznym

Badania własne autorów wskazały na możliwość złagodzenia lub nawet zapobieżenia uszkodzeniom roślin ciepłolubnych (ogórek, słonecznik) spowodowanym przez chłód poprzez stosowanie krótkotrwałego szoku termicznego już na etapie pęcznienia nasion. Poddanie nasion przez ściśle określony czas wysokiej lub niskiej temperaturze na odpowiednim poziomie ich nawilżania, uodparnia uzyskane z nich siewki na chłód oraz stymuluje aktywność metaboliczną i wzrost roślin. Tak zastosowany krótkotrwały szok niskiej (2.5 lub 5°C) albo wysokiej (35 lub 40°C) temperatury w czasie pęcznienia nasion słonecznika, zwiększa integralność membran cytoplazmatycznych, aktywność dehydrogenaz i wzrost uzyskanych siewek poddanych chładowi (0°C) przez 3 tygodnie. Siewki uzyskane z nasion nie poddanych szokowi termicznemu podczas pęcznienia rosną pod wpływem chłodu znacznie gorzej, są zainfekowane w większym stopniu przez patogeny i często zamierają [16, 17, 18, 13, 19].

Według danych literaturowych uszkodzeniom spowodowanym chłodem u niektórych roślin ciepłolubnych można również zapobiec całkowicie lub częściowo, poprzez krótkotrwałe ogrzewanie siewek (krótkotrwały szok cieplny), traktowanie etanolem, przechowywanie pod obniżonym ciśnieniem atmosferycznym lub w zwiększonej zawartości dwutlenku węgla oraz kondycjonowanie w temperaturze bliskiej chłodu [40, 53, 48, 42, 43]. Traktowanie siewek jest kłopotliwe i dlatego opracowana przez autorów metoda hartowania uwilgatlanych nasion szokiem termicznym jest bardziej przydatna w praktyce.

#### 6. Spowalnianie starzenia się nasion poprzez przechowywanie w optymalnych warunkach hydrotermicznych

Zachowaniu wysokiej jakości nasion sprzyja przechowywanie nasion w odpowiednich warunkach hydrotermicznych. Większość nasion typowych dobrze przechowuje się w niskiej temperaturze i wilgotności powietrza. Ze względu na to, że koszty utrzymywania tych parametrów są wysokie, w przypadku niektórych gatunków można ograniczyć się do obniżenia tylko jednego z nich, np. tylko temperatury (groszek pachnący) albo wilgotności powietrza (kocanki ogrodowe). Alternatywną metodą długoletniego przechowywania jest wysuszenie większości nasion do niskich wartości wody i przechowywanie ich w hermetycznych opakowaniach lub pomieszczeniach. Niektóre badania wskazują również na możliwość spowolnienia starzenia się nasion za pomocą wybranych substancji stabilizujących błony cytoplazmatyczne (poliamin i antyutleniaczy), które mogą dodatkowo korzystnie wpływać na przechowywanie materiału siewnego w niskiej temperaturze i wilgotności powietrza [45].

#### 7. Bibliografia

- [1] Badek B., van Duijn B., Grzesik M.: Effects of water supply methods and incubation on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) seeds. *Seed Science and Technology*, 2007, Vol. 35, No 3, 569-576.
- [2] Badek B., van Duijn B., Grzesik M.: Effects of water supply methods and seed moisture content on germination of China aster (*Callistephus chinensis*) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *European Journal of Agronomy*, 2006, 24, 45-51.

- [3] Badek B., van Duijn B., Grzesik M.: Effects of water supply methods and incubation during priming on germination of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 2006, 65, 17-28.
- [4] Badek B., van Duijn B., Grzesik M.: Wpływ parametrów kondycjonowania na starzenie się nasion astra chińskiego (*Callistephus chinensis*). *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 2006, z. 510, 49-56.
- [5] Błażewicz-Woźniak M.: Effect of no-tillage and mulching with cover crops on yield of parsley. *Folia Horticulturae*, 2005, 17/2, 3-10.
- [6] Ciupak A., Szczurowska I., Gładyszewska B., Pietruszewski S.: Impact of laser light and magnetic field stimulation on the process of buckwheat seed germination. *Technical Sciences*, 2007, No 10, 1-10.
- [7] Cook D.W.M., Long P.G., Ganesh S., Cheah L.H.: Attachment microbes antagonistic against *Botrytis cinerea* – biological control and scanning electron microscope studies in vivo. *Annals Applied Biology*, 1997, 131, 503-518.
- [8] Duczmal K. Tucholska H.: Nasiennictwo. Poznań: PWRiL, 2000.
- [9] Duijn van B.: New methods in seed technology. New development in seed quality improvements. *Programme Book of abstracts*, 2003, Łódź 23-25.10.2003, 40-41.
- [10] Dyki B. i Borkowski J.: Wpływ tytanu na ogórki i pomidory. *Ogrodnictwo*, 1998, 5-6. 18-19.
- [11] Goliński P., Katańska-Kaczmarek A., Golińska B., Mikulski W.: Wpływ środków sterujących procesem dojrzewania roślin na osypywanie ziarniaków *Lolium multiflorum*. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2010, Vol. 50, No 2, 785-788.
- [12] Gozdecka G., Weiner W., Gęsiński K., Nadrowska E.: Wpływ wybranych metod odkażania na jakość nasion *Chenopodium quinoa* willd. *Acta Agrophysica*, 2010, 16, 2, 285-294.
- [13] Górnik K.: Wpływ temperatury w początkowej fazie wzrostu na rozwój słonecznika zwyczajnego "Wielkopolski". *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2010, 551, 73-83.
- [14] Górnik K., Grzesik M.: Wpływ preparatu Atonik na plon i zdolność kiełkowania nasion *Callistephus chinensis* 'Aleksandra'. W: *Postęp w rozmnażaniu roślin ozdobnych*. Akademia Rolnicza, Kraków, 1999, 116-119.
- [15] Górnik K., Grzesik M.: Effect of Asahi SL on China aster 'Aleksandra' seed yield, germination and some metabolic events. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2002, Vol. 24 No 4, 378-383.
- [16] Górnik K., Grzesik M., Chojnowska E.: Wpływ niskiej temperatury w fazie pęcznienia nasion na wschody siewek oraz rozwój roślin astra chińskiego. W: *Zmienność genetyczna – utrzymanie, tworzenie i wykorzystanie w hodowli roślin*. Praca zbiorowa pod red. B. Michalin i E. Żurawicza ISK Skierniewice, PTNO, 2005a, 395-400.
- [17] Górnik K., Grzesik M., Chojnowska E.: Wpływ wysokiej temperatury w fazie pęcznienia nasion na ich kiełkowanie oraz pokrój i kwitnienie roślin astra chińskiego „Perła Biała”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2005b, Z 504, Cz. II, 585-592.
- [18] Górnik K., Grzesik M., Chojnowska E.: Wpływ temperatury na wschody i rozwój słonecznika zwyczajnego „Sonnengold”. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, Z. 510, Cz. I, 159-166.
- [19] Górnik K.: The effect of temperature treatments during 'Wielkopolski' sunflower seed imbibition and storage on plant tolerance to chilling. *Folia Horticulturae*, 2011, 23/1, 83-88.
- [20] Grzesik M., Nowak J.: Effect of matricconditioning and hydro-priming on *Helichrysum bracteatum* L. seeds germination, seedling emergence and stress tolerance. *Seed Science and Technology*, 1998, 26, 2, 363-376.
- [21] Grzesik M., Górnik K., Chojnowski M.: Maternal effect on the *Callistephus chinensis* seed yield and quality. W: *Basic and Applied Aspects of Seed Biology*. Ellis R.H., Black M., Murdoch A.J., Hong T.D. eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997, 129-135.
- [22] Grzesik M., Górnik K., Chojnowski M.: Effect of harvest time on the quality of *Callistephus chinensis* Nees cv. Aleksandra seeds collected from different parts of plant. *Seed Science and Technology*, 1998, 26, 263-265.
- [23] Grzesik M., Janas R.: Wpływ hydrokondycjonowania na aktywność metaboliczną oraz kiełkowanie nasion i wschody siewek marchwi. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, Vol. 56, 3, 127-132.
- [24] Grzesik M., Janas R.: Wpływ przedsiewnego kondycjonowania na przyspieszenie kiełkowania nasion i wschodów roślin kopru ogrodowego (*Anethum graveolens* L.). *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2012 (w druku).
- [25] Grzesik M., Janas R., Romanowska-Duda Z.B.: Stymulacja wzrostu i procesów metabolicznych szałowca pensylwańskiego (*Sida hermaphrodita*). *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2011, Nr 4, 81-87.
- [26] Grzesik M., Romanowska-Duda Z.B.: Wpływ różnych gatunków glonów na kiełkowanie nasion oraz wzrost siewek astra chińskiego (*Callistephus chinensis* Ness.). *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 510, 175-183.
- [27] Grzesik M., Romanowska-Duda B.: The effect of potential climatic changes, *Cyanobacteria*, Biojodis and Asahi SL on development of the Virginia fanpetals (*Sida hermaphrodita*) plants. *Pamiętnik Puławski*, 2009, Z 151, 483-491.
- [28] Grzesik M., Romanowska-Duda Z.B.: New Technologies of the energy plant production in the predicted climate changed conditions. *Buletyn Djerzawnowo Nikitskowo Botaniczieskowo Sada*. Ukraińska Akademia Agrarnych Nauk, 2009, No 99, 65-68.
- [29] Grzesik M., Romanowska-Duda Z.B.: Technologia hydrokondycjonowania nasion szałowca pensylwańskiego *Sida hermaphrodita* w aspekcie zmian klimatycznych. W: *Monografia: Produkcja Biomasy, Wybrane Problemy*. ISBN 83-89503-81-6, wyd. Wieś Jutra, red. Alojzy Skrobaccki, 2009, Rozdz. VII, 63-69.
- [30] Janas R.: Laboratoryjna ocena antagonistycznego działania niektórych grzybów na patogeny grzybowe nasion buraka ćwikłowego. *Biuletyn Warzywniczy*, 1996, XLV, 59-70.
- [31] Janas R.: Wpływ wybranych elementów technologii produkcji nasion buraka ćwikłowego na morfologię nasiennika, plon i jakość materiału siewnego. *Praca doktorska*, Inst. Warzywnictwa, Skierniewice, 2003.
- [32] Janas R.: Effect of tytanit on yield and quality of onion seeds. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2009, (541), 133-139.
- [33] Janas R.: Możliwości wykorzystania Efektywnych Mikroorganizmów w ekologicznych systemach produkcji roślin uprawnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2009, 3(65), 111-119.
- [34] Janas R., Borkowski J.: The use of silicon in the lettuce cultivation for seeds. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2009, (541), 141-145.
- [35] Janas R., Dobrzański A.: Atraktant Pollinus i jego wpływ na zapylenie warzyw przez pszczoły. *Mat. Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju warzywnictwa” 2001*, Skierniewice 21-22.06, 2001, 58-60.
- [36] Janas R., Grzesik M.: Zastosowanie środków biologicznych do poprawy jakości nasion roślin ogrodnich. *Progress in Plant Prot/ Postępy w Ochronie Roślin*, 2005, 45, 1, 739-741.
- [37] Janas R., Grzesik M.: Proekologiczne metody poprawy jakości nasion roślin ogrodnich. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 510, 213-221.
- [38] Janas R., Grzesik M.: Poprawa wartości siewnej nasion kopru włoskiego (*Foeniculum vulgare* Mill.) metodą kondycjonowania. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2009, (539), 239-246.
- [39] Janas R., Grzesik M.: Skuteczność wybranych preparatów biologicznych w uprawach ekologicznych roślin prozdrowotnych na nasiona. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2011, Vol. 56 (3), 152-157.
- [40] Jennings P., Saltveit M.E.: Temperature and chemical shocks induce chilling tolerance in germinating *Cuscuta sativus* (CV. Poinsett 76) seeds. *Physiologia Plantarum*, 1994, 91, 703-707.
- [41] Jeznach A.: Ocena skuteczności preparatu biojodis na wzrost i plonowanie wybranych gatunków warzyw gruntowych i roślin rolniczych *Praca Inżynierska 2009*. WSEH Skierniewice.
- [42] Kang H.M., Saltveit M.E.: Activity of enzymatic antioxidant de-

- fense system in chilled and heat shocked cucumber seedling radicles. *Physiologia Plantarum*, 2001, 113, 548-556.
- [43] Kang H.M., Saltveit M.E.: Effect of chilling on antioxidant enzymes and DPPH-radical scavenging activity of high-and low vigour cucumber seedling radicles. *Plant, Cell and Environment*, 2002, 25, 1233-1238.
- [44] Kaniowska J., Domoradzki M., Korpala W.: Apparatus for thermal disinfection of seeds. (in Polish) *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2009, 4, 60-61.
- [45] Karsznicka M.A., Grzesik M.: Starzenie się nasion i mechanizmy obronne przed stresem oksydacyjnym. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2004, 1, 19-34.
- [46] Karthikeyan N, Prasanna R, Nainb L, Kaushik B.D.: Evaluating the potential of plant growth promoting *Cyanobacteria* as inoculants for wheat. *European Journal of Soil Biology*. 2007, 43 (1), 23-30.
- [47] Kopta T., Pokluda R., Psota V.: Atraciveness of flowering plants for natural enemies. *Horticultural Science*, 2012, V 39, No 2, 89-96.
- [48] Mangrich M.E., Saltveit M.E.: Effect of chilling, heat shock, and vigor on the growth of cucumber (*Cucumis sativus*) radicles. *Physiologia Plantarum*, 2000, 109, 137-142.
- [49] Mystek A., Szukała J.: Wpływ desykantów na wartość siewną nasion łubinu. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin*, 2007, V 47 No 3, 216-219.
- [50] Nowak J., Rudnicki R.M., Grzesik M.: Effect of light quality on seed germination, seedling growth and pigment in *Amaranthus caudatus* and *Celosia cristata nana*. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 1996, 4, 4, 165-179.
- [51] Pięta D., Patkowska E., Pastucha A., Bełkot M.: Wpływ mikroorganizmów antagonistycznych na ograniczanie porażenia soi przez grzyby chorobotwórcze przeżywające w glebie. *Acta Scientiarum Polonorum*, 2002, 1(1), 23-30.
- [52] Pszczółkowski W., Romanowska-Duda Z., Owczarczyk A., Grzesik M., Sakowicz T., Chojnacka A.: Influence of secondary metabolites from *Cyanobacteria* on plant growth and development. Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective (eds K. Wołowski, I. Kaczmarska, J.M. Ehrman & A.Z. Wojtal). W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2012, 195-203.
- [53] Rab A., Saltveit M.E.: Sensitivity of seedling radicles to chilling and heat-shock-induced chilling tolerance. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 1996, 121 (4), 711-715.
- [54] Rao D.L.N, Burns R.G.: Use of blue-green algae and bryophyte biomass as a source of nitrogen for oil-seed rape. *Biology and Fertility of Soils*, 1990, 10 (1), 61-64.
- [55] Rodríguez A.A, Stella AM., Storni MM., Zulpa G., Zaccaro M.C.: Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa* L. *Saline Systems*, 2006, 2, 7.
- [56] Romanowska-Duda Z., Grzesik M., Woźnicki P., Andrzejczak M., Warzecha D.: Influence of various algal species on sunflower (*Helianthus* L.) seed germination and development. *Acta Physiologia Plantarum*, 2007, 103.
- [57] Romanowska-Duda Z., Wolska A., Małeczka A.: Influence of blue-green algae as nitrogen fertilizer supplier in regulation of water status in grapevines under stress conditions. *Konf. COST*, (21-22.10.2004), Switzerland, 2004, 7.
- [58] Rusinek R., Gawrysiak-Witulska M., Tys J.: Effect of drying and storage parameters on rapeseed susceptibility to oil loss. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2008, V. 17, No 1B, 9-11.
- [59] Sadowski Cz., Lenc L., Korpala W.: Z badań nad otoczkowaniem nasion warzyw z wykorzystaniem *Trichoderma viride* i zdrowotnością roślin w uprawie ekologicznej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2006, Vol. 51 (2), 150-153.
- [60] Slayter R.O.: Physiological significance of internal water relations to crop yield. W: *Physiological Aspects of Crop Yield*, 1969, 53-83.
- [61] Walkowski T.: Jak zapobiegać pękaniu łuszczyń i osypywaniu się nasion rzepaku. *Agrochemia*, 2002, No 6, 4-8.