

*Krzysztof Górnik, Mieczysław Grzesik
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach*

Genetyczne, siedliskowe i maternalne uwarunkowanie jakości nasion

Słowa kluczowe: czynnik genetyczny, czynnik maternalny, czynniki siedliskowe, jakość nasion, *Callistephus chinensis*

Wstęp

Przebieg i współdziałanie wielu powiązanych ze sobą procesów życiowych w okresie powstawania nasion na roślinie decyduje o ich zróżnicowaniu pod względem fizjologicznym i morfologicznym. Rozwój i dojrzewanie nasion przebiega w trzech morfologicznych i fizjologicznych etapach. W pierwszym, charakteryzującym się licznymi podziałami i elongacją komórek oraz dużą aktywnością biochemiczną, nasiona uzyskują 80% wielkości. W drugim następuje maksymalne nagromadzenie suchej masy i oddzielenie się nasienia od rośliny matecznej. Stan ten określany jest fazą dojrzałości fizjologicznej. W trzecim etapie, w którym nasiona ulegają desykcji, zmniejsza się aktywność oddechowa i następuje wzrost zawartości niektórych węglowodanów, np. sacharozy, rafinozy i stachiozy [8]. Jakość uzyskiwanych nasion jest uzależniona od różnych czynników oddziałujących na nie przed i po uzyskaniu dojrzałości fizjologicznej. W zależności od rodzaju czynnika zmienność ma podłoże genetyczne, siedliskowe, maternalne i może występować zarówno wśród nasion zebranych z jednej odmiany lub z jednej rośliny.

Celem tego artykułu jest przedstawienie najważniejszych, opublikowanych ostatnio informacji naukowych, dotyczących wpływu czynników genetycznego, siedliskowego i maternalnego na jakość nasion.

Wpływ czynnika genetycznego

Zdolność kiełkowania nasion może być uzależniona od czynników genetycznych, warunków środowiska oddziałujących na rośliny w czasie zawiązywania, dojrzewania i zbioru materiału siewnego oraz warunków przechowywania. Możliwości kształtowania wartości biologicznej nasion za pomocą czynnika genetycznego wykorzystują hodowcy roślin, którzy od wielu lat selekcionują rośliny pod względem cech jakościowych nasion. Zabiegi te umożliwiły wyselekcjonowanie roślin, których nasiona charakteryzują się między innymi zwiększoną twardością okrywy nasiennej, zawartością białka, wielkością oraz odpornością na choroby. Osiągnięcie tych parametrów sprzyja lepszym wschodom siewek i powoduje często wyższą plon. Zwiększona zdolność i szybkość kiełkowania oraz przyspieszone wschody siewek mogą być również wynikiem innych zabiegów hodowlanych. Wśród nich wyróżnić można hodowlę heterozyjną, polegającą na krzyżowaniu form blisko spokrewnionych (wsobnych), w wyniku czego otrzymuje się nasiona o zwiększonym wigorze [15, 18]. Ten zwiększony potencjał wzrostowy nowego pokolenia — w porównaniu do form rodzicielskich — jest związany, między innymi, ze sprawniejszymi enzymami mitochondrialnymi oraz dodatkowymi systemami enzymatycznymi odpowiedzialnymi za asymilację węgla [28].

Na genetycznie uwarunkowaną zmienność nasion duży wpływ ma również jakość fizjologiczna łączących się gamet rodzicielskich [15]. Istotną rolę w tej zmienności odgrywa żywotność pyłku oraz zawartość w nim enzymów, witamin, regulatorów wzrostu, a także stopień przenikania łagiewek pyłkowych do zalążków i wybiórczość gamet męskich przez woreczki zalążkowe. Również rodzaj zapylenia kwiatów wpływa na jakość tworzących się nasion. Rośliny bobiku otrzymane z zapylenia krzyżowego są bujniejsze i mają większą masę 1000 nasion aniżeli uzyskane z nasion po samozapyleniu. Podobnie u samopylnych linii kukurydzy skutek udziału pyłku obcego w zapyleniu obserwuje się zwiększoną żywotność i wigor ziarniaków [15].

Odmierna budowa kariologiczna nasion może także być przyczyną różnicowanej ich jakości. U okrytozalążkowych, tkanki zarodka mają $2n$ chromosomów, bielma $3n$, a okrywy nasiennej i obielma — $2n$. Różna aktywność poszczególnych tkanek oraz ich proporcje w nasionach, inne dla poszczególnych gatunków i odmian, mają duży wpływ na zmienność genetyczną i jakościową nasion [15, 18].

Genetyczne uwarunkowanie jakości nasion dojrzewających w warunkach stresowych jest mniej istotne niż efekt działania samego stresu. W związku z tym wpływ oddziaływania siedliska na jakość nasion jest w wielu przypadkach większy aniżeli wpływ czynnika genetycznego [44].

Wpływ czynników siedliskowych

Wpływ stresogennych czynników siedliskowych na nasiona podczas rozwoju i dojrzewania jest rozmaity i złożony. Na ogół jest on szkodliwy, deterioracyjny i objawia się spadkiem jakości i liczby nasion. Skala oddziaływania tych czynników zależy od natężenia, czasu oddziaływania stresu, stadium rozwojowego oraz gatunku i odmiany roślin żyjących w tych warunkach. Niejednokrotnie rośliny są narażone na działanie kilku czynników stresogennych, np. wysokiej temperatury i stresu wodnego. Wynik takiego oddziaływania może być zwiększony do wartości większej niż suma oddziaływań pojedynczych czynników [3].

W następstwie działania wielu czynników siedliskowych zaobserwowano zróżnicowanie się składu chemicznego, wielkości i masy nasion oraz kiełkowania i wigoru nasion [16, 17]. Wśród najważniejszych czynników modyfikujących jakość materiału siewnego wyróżnić można: wodę, temperaturę, nawożenie roślin oraz światło.

Woda

Liczne badania wskazują, że nasiona dojrzewające w latach czy na siedliskach suchszych charakteryzują się lepszą jakością i zawierają więcej białka [14, 24]. Zbyt długi jednak okres suszy w fazie kwitnienia i wypełniania nasion powoduje zmniejszenie wielkości nasion. Niedobór wody w roślinie ogranicza proces fotosyntezy, co skraca fazę wypełniania się nasion, powodując formowanie się drobnych nasion [30].

Zmniejszenie plonu wywołane niedoborem wody w czasie wegetacji roślin jest w dużym stopniu uzależnione od ich gatunku. Na przykład u soi niedobór wody w tym okresie nie wpływa ujemnie na jej plon [30]. Inaczej jest w przypadku kukurydzy, u której już we wczesnej fazie rozwoju wegetatywnego rozwijające się zawiązki organów reproduktywnych są bardzo wrażliwe na ten stres, co powoduje zmniejszenie liczby rzędów kłosek w kolbie i liczby kłosek przypadających na rząd [40].

Niedobór wody przed i podczas kwitnienia oraz w okresie zapylenia kwiatów wpływa ujemnie na rozwój roślin oraz na plon nasion soi. W tych warunkach obserwuje się zmniejszanie liczby przypadających na roślinę strąków wskutek zamierania i odpadania zawiązków nasion [3]. Nie stwierdza się jednak, aby zbyt mała ilość wody wpływała ujemnie na zdolność kiełkowania, wigor czy masę tych nasion [12]. Stres wodny występujący we wczesnej fazie rozwoju nasion soi może obniżyć ich zdolność kiełkowania. Tak np. przesuszone w tym okresie nasiona soi kiełkują o 10% gorzej niż materiał siewny nie stresowany. Z kolei stres wodny podczas intensywnego wypełniania nasion nie wpływa ujemnie na proces kiełkowania [40].

Nie wydaje się, by nawadnianie roślin w czasie kwitnienia wpływało na jakość nasion, co stwierdzono u soi. Podlewanie tych roślin w późniejszej fazie rozwojowej, jak np. podczas wydłużania się strąków, wpływało dodatnio na ich wartość biologiczną [26]. Nadmiar wody, pomimo wzrostu zawartości trudno rozpuszczalnych w wodzie związków fosforu, potasu, wapnia i magnezu, powoduje zmniejszenie zawartości w nasionach azotu białkowego [42].

Temperatura

Temperatura otoczenia w okresie rozwoju roślin jest jednym z głównych czynników decydujących o składzie chemicznym nasion, który może mieć wpływ na ich wigor i przydatność dla człowieka. Howell i Carter [22] wykazali, że nasiona soi dojrzewające w 21°C zawierają 19,5% tłuszczu, natomiast w temperaturze 30°C — 22,3%. Canvin [5], analizując wpływ temperatury na zawartość kwasów tłuszczowych w rozwijających się nasionach rzepaku, zaobserwował, że wraz z jej wzrostem wzrasta zawartość kwasu oleinowego, a zmniejsza — kwasu erukowego. Z kolei, według Unglera [46], najlepszy jakościowo olej słonecznikowy jest uzyskiwany w niższych temperaturach w okresie późnego lata.

Temperatura otoczenia podczas rozwoju nasion może wpłynąć również na ich wielkość oraz na zawartość białka i węglowodanów, co często wiąże się ze zdolnością kiełkowania i wigorem. Tak na przykład wysoka temperatura sprzyja zwiększeniu zawartości białka w ziarniakach pszenicy [4]. Rozwój nasion w tych warunkach powoduje powstawanie małych nasion grochu [38]. U kukurydzy wysoka temperatura, szczególnie podczas nocy, zmniejsza zdolność kiełkowania i wigor nasion [34]. Wysoka temperatura, która może wystąpić w warunkach klimatycznych Polski, rzadko powoduje uszkodzenia nasion. Sporadyczne zmiany występujące pod jej wpływem objawiają się uszkodzeniami membran cytoplazmatycznych i denaturacją białek w komórce [19].

Niska temperatura podczas rozwoju nasion powoduje natomiast zmniejszenie zawartości białka, co stwierdzono na przykładzie soi. Nasiona grochu [38] powstające w niższej temperaturze są dorodniejsze. Niska temperatura jest bardziej dotkliwa, szczególnie dla gatunków i odmian roślin późno dojrzewających [16, 17]. Spadek jej poniżej zera powoduje tworzenie się kryształów lodu w przestrzeniach śródkomórkowych, co może wywołać uszkodzenia membran cytoplazmatycznych. Znacznie częściej występujące zamrażanie wody w przestrzeniach międzykomórkowych prowadzi do odwadniania protoplastów sąsiadujących komórek, czego wynikiem jest kurczenie się i zmiany w strukturze cytomembran oraz nieodwracalne zmiany biochemiczne [19].

Nawożenie roślin

Nawożenie roślin mącznych należy do tych czynników wpływających na jakość i skład chemiczny nasion, na które człowiek ma największy wpływ. Na ogół rośliny mączne zaopatrywane w niezbędne składniki pokarmowe wytwarzają większe nasiona z uwagi na lepsze wypełnianie się. Największy wpływ na wielkość nasion ma azot [11]. Nawożenie nim zwiększa zawartość białka w nasionach, jednak jego nadmiar może mieć szkodliwy wpływ na jakość nasion, co stwierdzono u buraków cukrowych [37]. W wielu przypadkach nadmiar azotu jest przyczyną pogorszenia się jakości nasion wskutek opóźnienia dojrzewania i zbioru mniej dojrzałych nasion. Również niedobór fosforu w nasionach jest przyczyną niższej zdolności kiełkowania [1], a otrzymane z nich rośliny często są niższe niż rośliny wyrosłe z nasion bogatych

w ten składnik [33]. Duży wpływ na kształtowanie się nasion ma również potas. Rośliny ubogie w ten pierwiastek wytwarzają zdeformowane nasiona z ciemno zabarwionym zarodkiem i okrywą nasienną [21]. Nasiona pochodzące z takich roślin charakteryzują się niską zdolnością kiełkowania i niezależnie od stopnia wystąpienia deformacji w budowie krótko się przechowują. Nawożenie roślin matecznych innymi ważnymi składnikami pokarmowymi powoduje między innymi zwiększenie ich zawartości w nasionach, np. wapnia u orzecha ziemnego, magnezu, cynku i boru u soi, miedzi u pszenicy oraz kadmu i selenu u sałaty i pszenicy [7].

Światło

Mniejszy dostęp światła do roślin macierzystych powoduje wytwarzanie przez nie małych nasion, co zaobserwowano u marchwi, grochu, soi, kukurydzy i koniczyny. Również w warunkach krótkiego dnia u grochu i życicy trwałej uzyskuje się nasiona o mniejszej masie. Zjawisko to prawdopodobnie związane jest z ograniczeniem procesu fotosyntezy [7].

Wpływ czynnika maternalnego

Pojęcie czynnika maternalnego, jak podaje Górecki [15], określa położenie nasienia w owocu i w owocostanie oraz wpływ umiejscowienia tej części rośliny macierzystej, na której tworzą się nasiona. Zdaniem wielu autorów czynnik maternalny jest głównym czynnikiem różnicującym nasiona pod względem morfologiczno-anatomiczno-fizjologicznym, uwydatniający się nawet na najbardziej wyrównanych plantacjach nasiennych [18]. Obserwacje morfologii rośliny matecznej, tj. sposobu rozgałęzienia, kwitnienia i owocowania, dowodzą, że różna lokalizacja nasion na roślinie jest przyczyną ich nierównomiernego dojrzewania oraz niejednolitego odżywiania produktami asymilacji.

W wypadku astrów chińskich (*Callistephus chinensis*) pokrój rośliny warunkuje nierównomierne dojrzewanie nasion na poszczególnych pędach [16, 17]. U niektórych odmian nasiona na pędach głównych dojrzewają znacznie wcześniej aniżeli nasiona na pędach bocznych drugiego rzędu. Zależnie od odmiany, dojrzewanie nasion na ostatnich rozgałęzieniach może przypadać na okres nie sprzyjających warunków meteorologicznych, np. późnej jesieni, co może wpływać ujemnie na ich jakość. Nasiona astrów otrzymane z pędu głównego, zebrane zazwyczaj wczesną jesienią, są dorodniejsze i charakteryzują się wyższą zdolnością kiełkowania niż nasiona z pozostałych rozgałęzień, plonujące później, w mniej korzystnych dla wzrostu warunkach klimatycznych. Plon nasion uzyskany z pędów bocznych drugiego rzędu jest stosunkowo wysoki, jednak ze względu na jego niższą wartość w porównaniu z nasionami zebranymi wcześniej z pędu głównego i pędów bocznych

pierwszego rzędu jest mniej przydatny w produkcji. Podobną zależność zaobserwowano u marchwi, u której nasiona powstałe na baldachach głównych oraz pierwszego rzędu mają większą zdolność i dynamikę kiełkowania niż nasiona zebrane z drugiego rzędu [9].

Z badań nad nasionami astrów chińskich (*Callistephus chinensis*) ‘Aleksandra’, u których różnica w czasie dojrzewania na pędzie głównym i pędach bocznych II rzędu dochodzi do trzech tygodni, wynika, że optymalna temperatura kiełkowania nasion bezpośrednio po zbiorze mieści się w granicach 5–15°C. Po upływie kilku miesięcy zakres optymalnej temperatury rozszerza się, co wskazywałoby na ustępowanie spoczynku [17]. Podobną zależność zaobserwowano u nasion kopru [47, 48]. Później dojrzewające nasiona na dalszych rozgałęzieniach baldachu selera są również spoczynkowe. Thomas i in. [45] tłumaczą ten fakt zahamowaniem transportu pewnych endogennych hormonów w czasie rozwoju nasion.

W wielu przypadkach nasiona powstające na dalszych pędach dojrzewają w nie sprzyjających warunkach klimatycznych, co wpływa ujemnie na intensywność syntezy i gromadzenia się substancji zapasowych. W badaniach nad składem chemicznym nasion astrów chińskich zebranych na początku listopada stwierdzono dość duże zawartości węglowodanów redukujących, fruktozy i glukozy, mogące świadczyć o niepełnej ich dojrzałości (tab. 1).

Zmuszenie roślin do plonowania na pędach głównych i otrzymanie w ten sposób większej masy wartościowych nasion próbuje się uzyskać przez optymalizację rozstawy roślin, która dodatkowo może wpłynąć na pozyskanie jak największego plonu. Zmiana obsady roślin powoduje zmianę struktury owocowania, co stwierdzono u astrów chińskich i niektórych roślin warzywnych. Przy zwiększeniu gęstości siewu marchwi od 4 do 17 roślin/m² zwiększa się udział baldachów głównych o 20–60%, co w niektórych przypadkach sprzyja otrzymaniu większej ilości bardziej wartościowych nasion [35].

Tabela 1. Sumaryczna zawartość wszystkich węglowodanów w nasionach astrów chińskich (*Callistephus chinensis*) odmiany ‘Aleksandra’

Pędy	Data zbioru	Zawartość wszystkich węglowodanów [mg/1 g nasion]	Zawartość fruktozy i glukozy	
			mg/1 g nasion	% węglowodanów
Główne	20.10.95	40,9 ^b	4,60 ^b	11,5 ^b
I rzędu	25.10.95	56,0 ^a	4,45 ^b	7,9 ^b
I rzędu	06.11.95	63,9 ^a	15,5 ^a	24,3 ^a
II rzędu	06.11.95	59,5 ^a	21,0 ^a	35,3 ^a

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą przy poziomie $\alpha = 0,05$ wg testu t-Duncana.

Tabela 2. Masa 1000 nasion [g] astrów chińskich (*Callistephus chinensis*) zebranych z różnych pędów

Odmiana	Data zbioru	Pędy		
		główne	I rzędu	II rzędu
'Aleksandra'	20.10.95	2,3532 ^d	2.2047 ^c	—
	06.11.95	—	2,0863 ^b	2,0248 ^a
'Ryszard'	24.10.95	1,8185 ^d	1,7638 ^c	—
	02.11.95	—	1,7557 ^b	1,3943 ^a

Średnie oznaczone tą samą literą w obrębie jednej odmiany nie różnią się istotnie między sobą przy poziomie $\alpha = 0,05$ wg testu t-Duncana.

Umieszczenie nasion na roślinie decyduje również o tempie ich rozwoju w stopniu uzależnionym od gatunku i odmiany. Nasiona pszenicy powstałe dalej od osi kłosa rosną wolniej i mają krótszy okres wypełniania aniżeli umiejscowione bliżej jego osi [39]. Nasiona kukurydzy umiejscowione na szczytowym odcinku kolby są mniejsze niż nasiona u podstawy kolby, co związane jest z nieproporcjonalną dystrybucją przez roślinę produktów asymilacji [20]. Z kolei nasiona sorgo usytuowane u podstawy owocostanu są mniejsze od nasion zawiązanych w innych częściach owocostanu [32]. U astrów chińskich nasiona powstałe na pędach głównych i bocznych pierwszego rzędu mają większą masę niż dojrzewające później na pędach bocznych drugiego rzędu (tab. 2). Usunięcie części reprodukcyjnych organów roślin takich jak kwiaty czy nasiona zwiększa wielkość pozostałych nasion.

U *Asteraceae* w budowie koszyczka wyróżnia się zarówno kwiaty języczkowate i rurkowate, przy czym kwiaty języczkowate wytwarzają większe nasiona. Należy zwrócić uwagę na fakt, że oddziaływanie środowiska zmienia stosunek ilościowy kwiatów języczkowatych do kwiatów rurkowatych, co wiąże się z modyfikacją wielkości plonu [29]. W niektórych przypadkach nasiona pochodzące z wyżej wymienionych dwóch typów kwiatów mają różne wymagania odnośnie kiełkowania [13]. Zróżnicowane są również nasiona powstające w różnych częściach strąka bobiku. Nasiona znajdujące się w środkowej jego części przewyższają pozostałe masą i objętością [50]. Mniejsze nasiona są także formowane w mniejszych owocach oraz w owocach dojrzewających później.

Fizjologiczne zróżnicowanie nasion, będące wynikiem różnej morfologii roślin i struktury owocowania, wpływa również na charakter rozwoju i plonowanie wyrosłych z nich roślin. Pomiar wzrostu i plonowanie bobiku wykazały, że rośliny pochodzące z nasion piętra górnego cechuje najwolniejsze tempo wzrostu do okresu kwitnienia, zaś od tego momentu najszybsze, porównując z roślinami pochodzącymi z pozostałych pięter. Ponadto najlepszy plon dają rośliny pochodzące z nasion piętra dolnego, a najgorszy z piętra górnego [31].

Powszechnie uważa się też, że wielkość otrzymywanych nasion jest jednym z najwcześniejszych wskaźników jakości potomstwa. Siewki pochodzące z dużych nasion efektywniej reagują na nawożenie azotowe [49] i są bardziej tolerancyjne na jego niedobór [27]. U wielu badanych gatunków duże nasiona korzystnie wpływają na wczesność wschodów. Jest to szczególnie ważny czynnik na stanowiskach o dużym zagęszczeniu roślin, gdzie wcześniej wschodzące siewki mogą wcześniej zawładnąć nieproporcjonalnymi ilościami dostępnych zasobów pokarmowych. Tak np. rośliny *Collinsia verna*, które wzeszły wcześniej, miały większe szanse na przetrwanie i większą płodność niż siewki wschodzące później [23]. Podobnie u marchwi — z większych nasion wyrosły większe siewki, które po 15–18 tygodniach wegetacji wytworzyły o 15–20% większy plon korzeni niż ten, który otrzymano z siewu małych nasion [2]. W związku z korzystniejszym wpływem większych nasion na rozwój otrzymanych z nich roślin przeprowadza się liczne badania nad kalibrowaniem nasion oraz nad określeniem dolnej granicy wielkości nasion, poniżej której nie powinny się one znajdować w obrocie handlowym [41].

Fizjologiczne mechanizmy rządzące rozwojem nasion nie zostały jeszcze do końca poznane i wyjaśnione. Badania dowodzą, że rozwój nasion jest związany z działaniem hormonów. Na przykład, poziom endogennego kwasu abscysynowego (ABA) jest skorelowany z masą nasion. Genotypy soi o dużych nasionach mają więcej o 50% ABA niż genotypy o małych nasionach [36]. Wstrzyknięcie ABA do ziemiaków pszenicy zwiększyło przyswajalność produktów fotosyntezy [10]. ABA powoduje większą zawartość sacharozy w nasionach jęczmienia [43], a dodanie ABA do nasion grochu zwiększa również ich wielkość [6]. Jak długo badania naukowe donoszą o tym, że ABA może odgrywać bezpośrednią rolę w regulowaniu rozwoju nasion, tak długo dalsze prace w tym kierunku są niezbędne. Pozwolą one lepiej zrozumieć złożoność tego zjawiska.

Podsumowanie

Podczas rozwoju i dojrzewania nasion zachodzi wiele procesów życiowych, które decydują o jakości nasion. Na przebieg tych procesów ogromny wpływ wywiera czynnik genetyczny, maternalny oraz czynniki siedliskowe. Wpływ czynnika genetycznego kształtowany jest przez selekcję roślin pod względem ich cech jakościowych nasion, hodowlę heterozyjną, jakość łączących się gamet rodzicielskich i budowę kariologiczną nasion. Niemniej jednak jakość nasion jest w większym stopniu różnicowana przez siedlisko niż przez oddziaływanie czynnika genetycznego. Wynika to często z wpływu kilku czynników siedliskowych (woda, temperatura, nawożenie, światło), których efekt końcowy może być zwielokrotniony. Przejawem oddziaływania siedliska jest zmiana wielkości, masy, składu chemicznego i wigoru nasion. Szczególny wpływ na wartość nasion ma czynnik maternalny. Różne umiejscowienie nasion w owocu, owocostanie i na roślinie macierzystej modyfikuje także ich dojrzewanie, masę, kiełkowanie i skład chemiczny.

Literatura

- [1] Austin R.B. 1966. The growth of watercress *Rorippa nasturtium-aquaticum* L. (Hayek) from seed as affected by the phosphorus nutrition of the mother plant. *Plant and Soil* 24: 113–120.
- [2] Austin R.B., Longden P.C. 1967. Some effects of size and maturity on the yield of carrot crops. *J. Hort. Sci.* 42: 339–353.
- [3] Bewley J.D., Black M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. Second edition.
- [4] Campbell C.A., Davidson H.R., Winkleman G.E. 1981. Effects of nitrogen, temperature, growth stage and duration of moisture stress on yield components and protein content of Manitou spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 61: 549–563.
- [5] Canvin D.T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. *Can. J. Bot.* 43: 63–69.
- [6] Clifford P.E., Offler C.E., Patrick J.W. 1987. Injection of growth regulators into seeds growing in situ on plants of *Phaseolus vulgaris* with a double fruit stack system. *Can. J. Bot.* 65: 612–615.
- [7] Copeland, L.O., McDonald M.B. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition.
- [8] Corbineau F. 1996. Sensitivity of seeds to desiccation. Workshop On Applied Seed Biology. *Improving of seed quality*: 65–66.
- [9] Corbineau F., Picard M.A., Bonnet A., Côme D. 1995. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. *Seed Science Research* 5: 129–135.
- [10] Dewdney S.J., McWha J.A. 1979. Abscisic acid and the movement of photosynthetic assimilates towards developing wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. *Z. Pflanzenphysiol.* 92: 183–186.
- [11] Eck H.V. 1984. Irrigated corn yield responses to nitrogen and water. *Agronomy Journal* 76: 421–428.
- [12] Eck H.V. 1986. Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal* 78: 1035–1040.
- [13] Forsyth C., Brown N.A.C. 1982. Germination of the dimorphic fruits of *Bidens pilosa* L. *New Phytol.* 90: 151–164.
- [14] Francois L.E., Maas E.V., Donovan T.J., Youngs V. L. 1986. Effects of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of semi-dwarf and durum wheat. *Agronomy Journal* 78: 1053–1058.
- [15] Górecki R. 1983. Przyczyny zmienności fizjologicznych właściwości nasion. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 258: 61–74.
- [16] Grzesik M., Górnik K., Chojnowski M. 1997. Physiological properties of *Callistephus chinensis* Nees. seed harvested from different parts of plants. *Seed Science and Technology* (in press).
- [17] Grzesik M., Górnik K., Chojnowski M. 1997. Effect of harvest time on the quality of *Callistephus chinensis* Nees. cv Aleksandra seeds collected from different parts of plants. *Seed Science and Technology* (in press).

- [18] Grzesiuk S. 1990. Wpływ właściwości biologicznych nasion na produktywność roślin. *Biuletyn IHAR*: 173–174, 127–135.
- [19] Grzesiuk S., Koczowska I. 1991. Fizjologiczne podstawy odporności roślin na choroby. Skrypty Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.
- [20] Hanft J.M., Jones R.J., Stumme A.B. 1986. Dry matter accumulation and carbohydrate concentration patterns of field-grown and in vitro cultured maize kernels from the tip and middle ear positions. *Crop Sci.* 26: 568–572.
- [21] Harrington J.F. 1960. Germination of seeds from carrot, lettuce, and pepper plants grown under severe nutrient deficiencies. *Hilgardia* 20: 219–255.
- [22] Howell R.W., Carter J.L. 1958. Physiological factors affecting composition of soybeans. II. Responses of oil and other constituents of soybeans under controlled conditions. *Agronomy Journal* 50: 664–667.
- [23] Kalisz S. 1986. Variable selection on the timing of germination in *Collinsia verna* (Scrophulariaceae). *Evolution* 40: 479–491.
- [24] Karathanasis A.D., Johnson V.A., Peterson G.A., Sander D.H., Olsen R.A. 1980. Relation of soil properties and other environmental factors to grain yield and quality of winter wheat grown at international sites. *Agronomy Journal* 72: 329–336.
- [25] Kinirly J.R., Wood C.A., Spanel D.A., Bockholt A. J. 1990. Seed weight response to decreased seed number in maize. *Agronomy Journal* 54: 98–102.
- [26] Korte L.L., Williams J.H., Specht J.E., Sorensen, et al. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. I. Agronomic responses. *Crop Sci.* 23: 521–527.
- [27] Krannitz P.G., Aarssen L.W., Dow J.F. 1991. The effect of genetically based differences in seed size on seedling survival in *Arabidopsis thaliana* (Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 78: 446–450.
- [28] McDaniel R.G., Sarkissian I.V. 1968. Mitochondrial heterosis in maize. *Genetics* 59: 465–475.
- [29] McGinley M.A. 1989. Within and among plant variation in seed mass and pappus size in *Tragopogon dubius*. *Can. J. Bot.* 67: 1298–1304.
- [30] Meckel L., Egli D.B., Phillips R.E., Radcliffe D., Leggett J.E. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybean. *Agron. J.* 76: 647–650.
- [31] Mierzwińska T., Sójka E. 1963. Zależność niektórych cech fizjologicznych nasion bobiku (*Vicia Faba L. ssp. minor*) od miejsca ich dojrzewania na roślinie macierzy stej. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo* 7(3): 261–273.
- [32] Muchow R.C. 1990. Effect of high temperature on the rate and duration of grain growth in field-grown *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Australian Journal of Agricultural Research* 41: 329–337.
- [33] Porter M.A., Paulsen G.M. 1983. Grain protein response to phosphorus nutrition of wheat. *Agronomy Journal* 75: 303–305.
- [34] Reding L.D., Martin B.A., Cerwick C.F. 1990. Vigor, metabolism and composition of maize seed can be affected by environmental temperature during growth and development. *Amer. Soc. Agron. Abstr.* 167.
- [35] Ruben N.O., Tahar T., Kent J. B. 1988. Relationships of plant density and harvest index to seed yield and quality in carrot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(4): 532–537.

- [36] Schussler J.R., Brenner M.L., Brun W.A. 1984. Abscisic acid and its relationship to seed filling in soybeans. *Plant Physiol.* 76: 301–306.
- [37] Scott R.K. 1969. The effect of sowing and harvesting dates, plant population and fertilizers on seed yield and quality of direct-drilled sugar beet seed crops. *Journal of Agricultural Science* 70: 373–385.
- [38] Siddique M.A., Goodwin P.B. 1980. Seed vigor in bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Apollo) as influenced by temperature and water regime during development and maturation. *J. Exp. Bot.* 31: 313–323.
- [39] Simmons S.R., Crookston R.K. 1979. Rate and duration of growth of kernels formed at specific florets in spikelets of spring wheat. *Crop Sci.* 19: 690–693.
- [40] Slayter R.O. 1969. Physiological significance of internal water relations to crop yield. In *Physiological Aspects of Crop Yield*: 53–83.
- [41] Sokołowska A. 1997. Wpływ kalibrowania nasion na kiełkowanie wybranych gatunków roślin warzywnych. Jakość nasion roślin ogrodniczych: 40–47.
- [42] Stone J.F., Tucker B.B. 1968. Nitrogen content of grain as influenced by water supply to the plant. *Agronomy Journal* 61: 76–78.
- [43] Teitz A., Dingkuhn M., 1981. Regulation of assimilate transport in barley by the abscisic acid content of young caryopses. *Z. Pflanzenphysiol* 104: 475–479.
- [44] TeKrony D.M. 1980. Environmental influences on soybean seed quality during production. In *Proc. Fourth Annu. Seed Tech. Conf.*: 51–67.
- [45] Thomas T.H., Biddington N.L., Diane F.O. 1979. Relationship between position on the parent plant and dormancy characteristics of seeds of three cultivars of celery (*Apium graveolens*). *Physiol. Plant* 45: 492–496.
- [46] Ungler P.W. 1986. Growth and development of irrigated sunflower in the Texas high plains. *Agronomy Journal* 78: 508–515.
- [47] Woyke H.W., Łazęcka M. 1993. Wpływ architektury nasiennika na jakość nasion kopru. *Biul. Warz.* XL: 71–78.
- [48] Woyke H.W., Łazęcka M. 1994. Wpływ fazy dojrzałości na jakość nasion kopru (*Anethum graveolens* L.). *Biuletyn Warzywniczy* XLI: 6–15.
- [49] Wulff R.D. 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum*. II. Effects on seedling growth and physiological performance. *J. Ecol.* 74: 99–114.
- [50] Ziena H., M.Z., El-Tabey Shehata A.M., Youssef M.M. 1984. The effect of pod and seed positions on the physical and cooking properties of faba beans (*Vicia faba*). *J. Sci. Food. Agric.* 35: 207–211.

Genetic, environmental and maternal factors affecting the quality of seeds

Key words: genetic factor, maternal factor, environmental factor, seed quality, *Callistephus chinensis*

Seed quality depends on the influence of different factors on the plants, either before and after reaching physiological maturity by seeds. Among them the genetic factor is to be pointed out; it includes plant selection, hybrid breeding, quality of joining parent gametes and karyological seed structure. Environmental factors (water, temperature, light and fertilization) affect the seed quality by changing size, weight, chemical composition and the vigor of seeds. Particular effect on seed quality showed the maternal factor. Different location of seeds in a fruit, fructification and on the mother plant also modifies seed maturation, weight, germination and chemical composition.

*Adres do korespondencji:
Mgr Krzysztof Górnik
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa
Pracownia Nasiennictwa Roślin Ozdobnych
ul. Pomologiczna 18
96-100 Skierniewice*