

ZYGMUNT GRZYB

## CZYNNIKI WARUNKUJĄCE USTĘPOWANIE SPOCZYNKU I KIEŁKOWANIE NASION DRZEW OWOCOWYCH

Nasiona wielu gatunków roślin, a w tym głównie drzew, muszą przejść okres tzw. posprzętowego dojrzewania zanim osiągną zdolność pełnego kiełkowania i uzyskają możliwość dalszego rozwoju. Nasiona, wysiane do gleby bezpośrednio po zbiorze owoców nie wykiełkują, ponieważ znajdują się w stanie spoczynku. Spoczynkiem nasion nazywamy taki ich stan, gdzie w pełni żywotne nasiona nie kiełkują mimo istnienia warunków sprzyjających kiełkowaniu — odpowiedniej wilgotności podłoża, dopływu powietrza, właściwej temperatury, a w pewnych przypadkach ponadto obecności lub nieobecności światła (Suszka 1962).

Przyczyny konieczności odbycia posprzętowego (wtórne) dojrzewania są dotychczas mało poznane; również mało znane są procesy fizjologiczne zachodzące w tym czasie w nasionach.

Powstrzymywanie się nasion od kiełkowania uwarunkowane jest zazwyczaj szeregiem przyczyn, które mogą być związane zarówno z budową pestki, czy nasienia ziarnkowych jak i właściwościami fizjologicznymi okryw nasiennych i zawartego w nich zarodka (Abramow 1955, Von Abrams i Hand 1956).

Nasiona jabłoni lub innych gatunków drzew owocowych mogą przejść okres wtórne dojrzewania podczas tzw. stratyfikacji, to jest gdy zostaną umieszczone w wilgotnym środowisku i niskiej temperaturze. Stratyfikacja jest ściśle uzależniona od składu chemicznego i budowy nasion. (Barton i Crocker 1948, Crocker 1948, Crocker i Barton 1953).

Budowa anatomiczna nasion została stosunkowo dobrze poznana. Nasiona jabłoni składają się z okryw nasiennych, zawierających duże ilości garbników, silnie zredukowanego ośrodka i bielma, oraz zarodka z liścieniami. Według Wierszyłłowskiego (1960) zarodek jest otoczony bielmem, mającym postać białej skórzastej tkanki, stanowiącej około 11% całego nasienia. Nasiona odmiany antonówka zawierają w suchej masie około 21,6% tłuszczu, 31,2% białka i 25,2% węglowodanów (Ryc. 1). Skórka nasion wraz z bielmem jest głównym siedliskiem składników hamujących kiełkowanie. Nasiona ziarnkowych i pestkowych można zmusić do szybkiego kiełkowania i dalszego wzrostu zdejmując okrywy nasienne wraz z bielmem. Na tej podstawie można przypuszczać, że czyn-

nik ograniczający kiełkowanie znajduje się prawdopodobnie w bielmie. Według badań Flemion (1933, 1934), Davidson (1933), Flemion i Waterbury (1945) rośliny wyrosłe z tak spreparowanych nasion tworzą formy karłowate, odznaczające się silnie skróconym epikotylem. U siewek uzyskanych z izolowanych zarodków w podwyższonej temperaturze występuje zjawisko tzw. fizjologicznej karłowatości. Międzywęzła ich przestają się wydłużać, wzrost pędu na długość ulega całkowitemu zahamowaniu. W szczytowej strefie pędu tworzy się rozетка, nierzadko anormalnie wykształconych i czasem skędzierzawionych liści. Nie ustaje natomiast przyrost pędu na grubość, a system korzeniowy rozrasta się stale. (Flemion 1955, 1959) Wiele badań poświęcono poznaniu substancji hamujących i ich roli w kiełkowaniu nasion. Interesujące są prace Laibacha i Keila (1937) nad enzymatycznym rozpadem amygdaliny i wpływem produktów hydrolizy na kiełkowanie nasion słonecznika. Według tych autorów, głównym czynnikiem hamującym kiełkowanie nasion roślin z rodzajów: *Prunus* i *Malus* — jest obecność amygdaliny w okrywach nasiennych, której produkty hydrolizy (kwas pruski) utrudniały lub powstrzymywały kiełkowanie. Sugestie te potwierdza wynikami w swojej pracy Duczmal (1963).

Liczna grupa autorów przypuszcza, a często nawet dostarcza na to wiele dowodów, że w kształtowaniu spoczynku biorą udział substancje wzrostowe (Blaim 1955, Flemion 1948, Briggs i Ray 1956, Denny 1942, Hemberg 1952, Tomaszewski 1960). Inni jednak uczeni, między innymi Veh i Söding (1937) badając zawartość tych substancji w nasionach jabłoni, pigwy i śliwy dochodzą do wniosku, że substancje te są obecne przez cały okres kiełkowania we wszystkich częściach nasion. Zdaniem ich, kiełkowanie jest wprawdzie związane z zawartością substancji wzrostowych, lecz nie występuje wyraźna zależność. Twierdzą również, że hamującego wpływu bielma na kiełkowanie nie można wyjaśnić przez inaktywację substancji wzrostowych, a także substancji wzrostowych nie można traktować jako «hormonu kiełkowania». Podobny pogląd podzielają Hatcher i Gregory (1941) oraz Luckwill (1952). W ostatnich latach uzyskuje dużo zwolenników teoria pośredniego hamowania opracowana przez Snowa (1937) i uzupełniona badaniami Liberta (1954 a, 1954 b, 1955, 1956). Zakładają oni, że hamowanie wzrostu zachodzi pod wpływem czynnika hamującego, powstającego na skutek połączenia się prekursora z kwasem B-indoliloctowym. Stwierdzono, że hamowanie wzrostu zwiększa się wydatnie po dodaniu substancji wzrostowych do wyciągu zawierającego prekursora. Thimann i Skoog (1934, 1937) wzrost roślin i jego hamowanie tłumaczą głównie obecnością i stężeniem substancji wzrostowych. Ich zdaniem tylko optymalne stężenie auksyn powoduje szybki wzrost, natomiast inne ich koncentracje wywołują zjawisko hamowania wzrostu.

Sledząc wyżej przedstawione prace stwierdzić należy, iż nie wyjaśniły one dotąd dokładnie na czym polega i od czego zależy spoczynek nasion; trudności które powstały w rozwiązaniu omawianego problemu były przyczyną powstania wielu teorii. Błażowieszczeńskij (1950, 1953) uważa, że jedna z ważniejszych przyczyn spoczynku tkwi w niskiej aktywności enzymów, często zablokowanych różnego

rodzaju substancjami hamującymi. Niekiedy nie można stwierdzić żadnych substancji hamujących, a mimo to nasiona nie kiełkują.

Kiełkowanie prawidłowe, tj. prowadzące do wydania normalnie rozwijających się siewek wymaga jednak zaistnienia tak w bielmie jak i w zarodkach szeregu procesów i przemian natury biochemicznej i fizycznej. Zewnętrznym objawem tych przemian jest przerwanie okryw nasiennych przez szybko rosnący korzeń zarodkowy i pozostałe osiowe części zarodka. U pestkowych przerywanie okryw nasiennych bywa utrudnione. W celu łatwiejszego pokonania oporu przez zarodek, jaki stwarzają twarde okrywy nasienne, w praktyce szkółkarskiej stosuje się czasem zabiegi takie jak zgniatanie pestek, traktowanie nasion gorącą wodą, kwasem solnym itp.

Zasadniczo odróżniamy dwie formy spoczynku nasion.

1) Spoczynek nasion, spowodowany obecnością pestki lub okryw nasiennych, uniemożliwiających w niekorzystnych warunkach ciepłych skiełkowanie napęczniałego zarodka.

2) Spoczynek zarodka, charakteryzujący się brakiem zdolności do wydawania normalnie rosnących siewek, przy stałej gotowości do skiełkowania, w podwyższonej temperaturze, po uprzednim oswobodzeniu z okryw nasiennych i przy dostępie wody i powietrza.

Spoczynek nasienia przerwiemy przez usunięcie okryw, natomiast ustąpienie spoczynku zarodka uzyskamy jedynie przez potraktowanie całego nasienia lub izolowanego zarodka chłodem. Zabieg traktowania chłodem całych nasion lub izolowanych z nich zarodków nazywa się stratyfikacją. Optymalne temperatury w procesie stratyfikacji dla nasion, w których najlepiej zachodzą przemiany wewnętrzne, wiodące do ustąpienia spoczynku i likwidacji karłowatości, zawarte są w granicach od 0° do 7° C. (Harrington i Hite 1923, Schander 1955, Davidson 1933). Cenną zdobyczą badań nad układami warunków termicznych, sprzyjających ustępowaniu spoczynku nasion i zarodków różnych gatunków z rodziny *Rosaceae*, jest stwierdzenie korzystnego dla przebiegu związanych z tym procesów-wpływu temperatur ujemnych w zakresie od 0° do -3° C (Wenjaminow i Jusubow 1959 a, 1959 b).

Na podstawie licznych obserwacji niektórzy z autorów (Nikołajewa 1959) dzielą proces stratyfikacji na 3 etapy; dwa przygotowawcze i trzeci — jaryzację właściwą. Przygotowawcze etapy w okresie stratyfikacji to pęcznienie i przerywanie spoczynku. W kolejnym, trzecim etapie zachodzić może właściwy proces jaryzacji.

Jako podłoża do stratyfikacji używa się zwykle mieszaniny piasku z torfem, lub samego, uprzednio przemytego piasku. Mieszanina ta musi mieć stałą wilgotność w granicach 60—70% pełnego nasycenia. Bakke, Richey i Reeves (1926), Koblet (1937) oraz Karnatz (1952) stwierdzili, że długość okresu dojrzewania nasion w stratyfikacji ulega dużym zmianom i zależy od terminu rozpoczęcia tego zabiegu. Nasiona jabłoni zbyt wcześnie stratyfikowane, np. w listopadzie, kiełkują powoli. Natomiast przesunięcie rozpoczęcia stratyfikacji na późną wiosnę znacznie zmniejsza zdolność kiełkowania. Stratyfikacja, w zależności od gatunku drzew owocowych, trwa od 70—90 dni jak u jabłoni i innych ziarnkowych, a 120—150 dni

i dłużej u pestkowych. W związku z tym dla otrzymania dojrzałych nasion we właściwym czasie, początek stratyfikacji ziarnkowych przypadać powinien na pierwszą połowę stycznia, a pestkowych na drugą połowę listopada.

Proces ustępowania spoczynku nasion raz zainicjowany może, przy zakłóceniu warunków wilgotności, dostępu powietrza, czy zwłaszcza temperatury, ulec zahamowaniu lub przerwaniu. W warunkach krytycznie niesprzyjających nasiona zapadają w stan spoczynku wtórnego. Jego przezwyciężenie wymaga ponownego, pełnego okresu oddziaływania czynnikami warunkującymi ustąpienie spoczynku. I ta właściwość w przyrodzie (warunki naturalne) jest przystosowaniem korzystnym dla zachowania gatunku, stwarza bowiem możliwość powstawania w następnych latach z tej samej grupy nasion szeregu siewek, które w warunkach lat poprzedzających, z reguły złych, nie osiągnęły posprzętnej dojrzałości.

Obserwacje nad przebiegiem rozwoju owoców i kształtowaniem się nasion w owocach pozwalają stwierdzić, że dopiero w ostatniej fazie rozwoju owoców przemiany wewnętrzne w dobrze wykształconych nasionach idą w tym kierunku, że następstwem ich jest zapadnięcie nasion i zarodka w stan spoczynku (Crane i Punsri 1956, Lilleland i Brown 1936, Tukey 1933). Ogólnie wiadomo, że w końcowej fazie kształtowania się owocu zachodzi w nasionach akumulacja wielkdrobinowych, organicznych substancji zapasowych w tkankach bielma i zarodka. Odwrotne procesy zachodzą podczas ustępowania spoczynku nasion.

Procesami fizjologicznymi, zachodzącymi podczas stratyfikacji nasion, zajmowano się tylko sporadycznie (de Hass i Schander 1952). Badania prowadzone przez Eckerson (1913), Jonesa (1920), Packa (1921 a, b) oraz Lashena i Blackhursta (1956), na różnych nasionach wykazały podczas stratyfikacji wzrost aktywności wielu enzymów, zwłaszcza katalazy (Loustalot 1937), oraz niewielki wzrost intensywności oddychania (Harrington 1923) mierzonego ilością pobranego tlenu. Zaobserwowano znaczny wzrost zdolności pobierania wody, zwiększenie się stężenia jonów wodorowych, szczególnie w zarodku oraz wzrost ilości kwasów organicznych. Stale i wydatnie zwiększa się stopień dyspersji tłuszczów zapasowych, a zmniejsza ilość tłuszczów i białek, z jednoczesnym wzrostem zawartości cukrów i pojawienie się pewnych ilości skrobi. Następuje także przemieszczanie się tłuszczów, bądź kwasów tłuszczowych, z bielma do zarodka. Zdaniem wyżej cytowanych autorów nie można było stwierdzić ścisłej zależności między badanymi przemianami, a wzrastającą zdolnością kiełkowania nasion. Nie spotkano, względnie spotkano mało prac mówiących o posprzętnym dojrzewaniu nasion w owocach. Z nielicznych autorów zagadnieniem tym zajmowali się częściowo Come (1962), Phillips i Poapst (1954—1958), oraz Bartlet (1961). Podstawowym sposobem, zapewniającym zarówno likwidację stanu spoczynku nasion, jak i równoczesne przezwyciężenie spoczynku zarodka, pozostaje dla drzew owocowych nadal naturalna bądź sztuczna stratyfikacja w odpowiednich warunkach termicznych. Po ustąpieniu spoczynku w wyniku stratyfikacji około 95% nasion ziarnkowych (jabłonie, grusze), a pestkowych (śliwy, wiśnie, czereśnie) od 75—90% przeciętnie powinno wykiełkować w kilka dni po wysianiu ich do wilgotnej ziemi.

Pod pojęciem stratyfikacji naturalnej rozumiemy ustępowanie spoczynku nasion w górnych warstwach gleby bez ingerencji ludzkiej, samoistnie w naturze. Stratyfikacja w warunkach sztucznych przebiega pod kontrolą człowieka w odpowiednio dobranych i kontrolowanych temperaturach.

#### LITERATURA

- Abramow N. A., 1955, *Izw. Akad. Nauk SSSR*, 1: 53—66.
- Bakke A. L., Richey H. W., Reeves K., 1926, *Jowa Res. Bul.*, 97.
- Barton L. V., Crocker W., 1948, *Twenty years of seeds research at Boyce Thompson Institute for Plant Research*, London.
- Bartlet C. E. C., 1961, *The annual report*.-Long Ashton.
- Blaim K., 1955, *Post. Nauk. Roln.*, 5, 99.
- Błagowieszceński A. W., 1950, *Biochemiczskie osnovy ewolucjonnowo procesa u rastenij Moskwa—Leningrad*.
- Briggs W. R., Ray P. M., 1956, *Plant. Physiol.*, 31, 165.
- Crane J. C., Punsri P., 1956, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 68: 96—104.
- Come D., 1962, *XVI-th Internat. Hort. Congress*.
- Crocker W., 1948, *Growth of Plants*, New York.
- Crocker W., Barton L. V., 1953, *Physiology of Seeds*, Wealtham Mess.
- Davidson O. W., 1933, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 30: 129—132.
- Denny P. E., 1942, *Contr-Boyce Thompson. Inst.*, 12, 387.
- Duczmal K., 1963, *Badania nad przemianami fizjologicznymi w stratyfikowanych nasionach jabłoni*, Szczecin.
- Eckerson S., 1913, *Bot. Gaz.*, 55, 286.
- Flemion F., 1933, *Contr. Boyce Thomson Inst.*, 5, 161.
- Flemion F., 1934, *Contr. Boyce Thomson Inst.*, 6, 205.
- Flemion F., 1955, *Rep. 14th Intern. Congr. Wageningen*, 1197—1200.
- Flemion F., 1959, *Contr. Boyce. Thompson Inst.*, 20: 57—70.
- Flemion F., Waterbury E., 1945, *Contr. Boyce. Thompson Inst.* 13: 415—422.
- Harrington G. T., Hite B. C., 1923, *Journ. Agric. Res.* 23, 152.
- Hather E. S., Gregory F. G., 1941, *Nature* 148, 626.
- Harrington G. T., 1923, *Journ. Agric. Res.* 23, 117.
- Jones H. A., 1920, *Bot. Gaz.*, 69, 127.
- Hemberg T., 1952, *Physiol. Plant.*, 5, 115.
- Karnatz H., 1952, *Deutsche Baumschule*, 4, 119.
- Koblet R., 1937, *Mitt. d. Intrnat. Vereinig. f. Samenkontrolle*, Kopenhagen, 9, 82.
- Laibach F., Keil J., 1937, *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 55, 579.
- Lascheen A. M., Blackhurst H. T., 1956, *Journ. Horst. Sci.* 67, 331.
- Libbert E., 1954 a, *Flora*, 141, 274.
- Libbert E., 1954 b, *Planta*, 44, 286.
- Libbert E., 1955, *Planta*, 45, 405.
- Libbert E., 1956, *Planta*, 46, 256.
- Lilleland O., Brown J. B., 1936, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 34: 264—271.
- Loustalot L. C., 1937, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 37, 361.
- Luckwill L. C., 1952, *Journ. Horst. Sci.*, 27, 53.
- Nikołajewa M. G., 1959, *Itogi i pierspektiwy issledowanij rozwitja rastenij*, Moskwa, 137.
- Pack D. A., 1921, *Bot. Gaz.*, 71, 32.
- Phillips W. R., Poapst P. A., 1954—1958, *Progress Report. Low Temperature Research*. Ottawa.

- Schander H., 1955, *Zeitschr. f. Pflanzenzuchtung*, 34 (4): 421—440.
- Snow R., 1937, *New Phytologist*, 36, 283.
- Suszka B., 1962, *Arboretum Kórnickie*, 7: 189—262.
- Thimann K. V., Skoog F., 1934, *Proc. Roy. Soc. London*, 114, 317.
- Thimann K. V., Skoog F., 1937, *Am. Journ. Bot.*, 24, 407.
- Tomaszewski M., 1960, *Badania nad systemem fenol-fenolaza*, praca nieopublikowana (cyt. za K. Duczmal).
- Tukey H. B., 1933, *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 30: 209—218.
- Veh von R., Soding H., 1937, *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 55, 270.
- Von Abrams G. J., Hand M. E., 1956, *Seed dormancy in Rosa as a function of climate*. *Am. Journ. Bot.* 43: 7—12.
- Wenjaminow A. N., Jusubow A. M., 1959, *Agrobiologia* (1): 148—150.