

BOLESŁAW SUSZKA

Warunki termiczne ciepło-chłodnej stratyfikacji nasion uprawnych odmian śliw

WSTĘP

W wyniku badań prowadzonych w Zakładzie Dendrologii i Arboretum Kórnickim PAN w Kórniku nad wpływem czynnika cieplnego na przebieg ustępowania spoczynku nasion drzew i krzewów, należących do szeregu gatunków szeroko pojętego rodzaju *Prunus* L., wykazano przewagę stratyfikacji ciepło-chłodnej nad wyłącznie chłodną (8, 9, 10). Opracowana przeze mnie metoda stratyfikacji tych nasion polega na zastosowaniu krótkotrwałego okresu stratyfikacji w temperaturze podwyższonej przed stratyfikacją chłodną w temperaturze zbliżonej do 0°C. Układ temperatur najbardziej korzystny dla likwidacji spoczynku nasion czereśni dzikiej (*Prunus avium* L.) obejmuje dwa tygodnie stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C i następującą po niej stratyfikację chłodną w temperaturze 3°C. Układ ten zastosowano z powodzeniem do nasion uprawnych odmian śliw (10).

PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Pierwsze doniesienie o korzystnym wpływie stratyfikacji ciepło-chłodnej na kiełkowanie nasion śliwy (Bühler Frühzwetsche) zawdzięczamy Passeckerowi (6). W sposób systematyczny badał skuteczność ciepło-chłodnych układów stratyfikacji Hildebrandt (2) stosując nasiona śliwy Mirabelle de Nancy i śliwy wiśniowej (*Prunus cerasifera* Ehrh. = *P. myrobalana* Loisel.). Przy układzie temperatur 20°/6°C dla śliwy mirabelki i 20°/10°C dla śliwy wiśniowej prowadził on stratyfikację ciepłochłodną w układach: 0+12, 2+10, 4+8, 6+6, 8+4, 10+2, 12+0 tygodni (mirabelka) i 0+16, 8+8, 12+4, 16+0 tygodni (śliwa wiśniowa). Hildebrandt w wyniku swych badań stwierdził jedynie nieznaczną i nie udowodnioną przewagę układów z najkrótszym okresem ciepłym. W konkluzji postuluje on potrzebę prowadzenia dalszych badań nad tym zagadnieniem. Zagaja i Pieniążek (14) na podstawie swych badań nad stratyfikacją nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* ar. *divaricata* Bailey), sugerują korzystny dla ustępowania spoczynku

nasion wpływ temperatur wyższych od 10°C w początkowym okresie stratyfikacji. Badania autora, przeprowadzone w latach 1959/60, między innymi również nad stratyfikacją nasion ąłyczy, wykazały w porównaniu ze stratyfikacją wyłącznie chłodną statystycznie udowodnioną wysoką przewagę sposobu ciepło-chłodnego (8). Podobne badania autora (10) nad ciepło-chłodną stratyfikacją nasion 10 uprawnych odmian śliw pochodzenia europejskiego i 1 odmiany północnoamerykańskiej, przeprowadzone w sezonie 1960/61 r., dowiodły, że dzięki zastosowaniu tej metody (20°/3°C, 2+27 tygodni) uzyskano znacznie wyższą zdolność kiełkowania nasion niż w przypadku stratyfikacji wyłącznie chłodnej (3°C, 27 tygodni). Praca niniejsza stanowi dalsze rozwinięcie tych badań.

METODYKA

Celem pracy było porównanie skuteczności 4 wariantów termicznych stratyfikacji ciepło-chłodnej z 2-tygodniowym okresem ciepłym w temperaturze 20°C i 30-tygodniowym okresem chłodnym w temperaturach: 1°, 3°, 5° i 10°.

Materiał badany stanowiły pestki 12 odmian śliw pochodzenia europejskiego, pochodzące ze sprawdzonych pod względem odmianowym drzew w kolekcji pomologicznej Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego PAN w Kórniku.

Pestki pozyskano ze świeżych owoców zebranych w stanie dojrzałości konsumpcyjnej. Bezpośrednio po zbiorze oddzielono miąższ od pestek, spławiono nasiona puste, oczyszczono pestki pełne dokładnie i poduszano je przez 10–14 dni do stanu powietrznie suchego w miejscu ocienionym i przewiewnym. Poduszane pestki przechowywano w temperaturze 1°C w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych butlach aż do momentu rozpoczęcia stratyfikacji. Korzystano tu z wyników własnych doświadczeń nad przechowywaniem nasion dzikiej czerśni (11).

Pestki stratyfikowano w szklanych słojach w wilgotnej mieszance piasku z torfem ogrodniczym (proporcja objętościowa 1:1). Wszystkie stratyfikowane partie pestek kontrolowano co 3 tygodnie wykonując następujące czynności: przewietrzano mieszankę pestek i podłoża stratyfikacji, w razie potrzeby uzupełniano ubytki wilgoci, obliczano procent pestek pękniętych i ustalano procent nasion skielkowanych od terminu ostatniej kontroli, po czym te ostatnie usuwano. Za skielkowane uznawano te nasiona, u których korzeń przebił okrywy nasienne i miał co najmniej 3 mm długości.

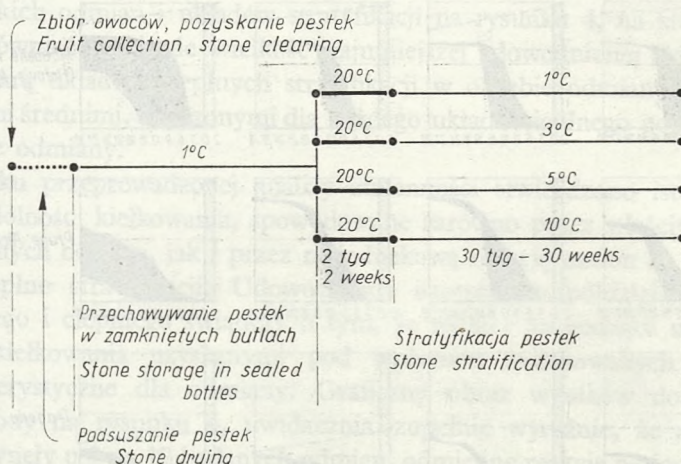
Każdy wariant doświadczenia powtarzano czterokrotnie, każde powtórzenie obejmowało 50 pestek.

Stratyfikację przeprowadzano w komorach fitotronu Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego PAN, wahania temperatur nie przekraczały $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Układ doświadczenia przedstawiono na rysunku 1.

Materiał nasienny pochodził ze zbioru 1963 r., doświadczenie przeprowadzono w sezonie 1963/64 r. Najwcześniej dojrzewającą odmianę zebrano 8 sierpnia, najpóźniejszą 18 września 1963 r. Pestki przechowywano w zależności od daty

zbioru i zakończenia podsuszania przez okres 116—86 dni do chwili rozpoczęcia stratyfikacji, tj. do 18—21 grudnia 1963 r. Stratyfikacja ciepła i chłodna trwała ogółem 32 tygodnie, zakończono ją w dniach 29 lipca — 2 sierpnia 1964 r. Okres najbardziej intensywnego kiełkowania nasion przypadł na koniec kwietnia i początek maja 1964 r.



Rys. 1. Schemat doświadczenia

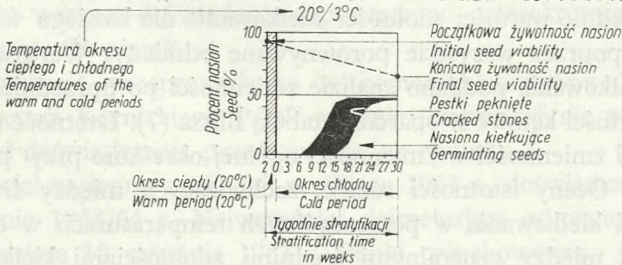
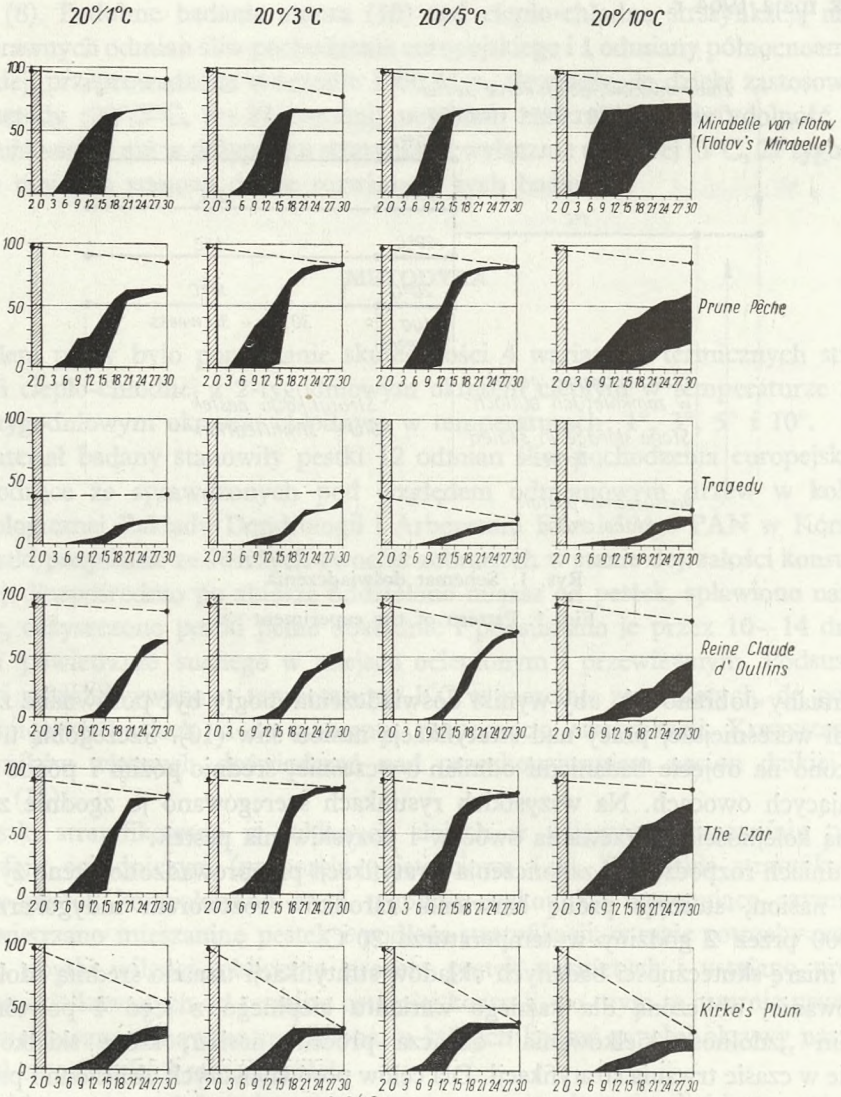
Fig. 1. Pattern of the experiment

Odmiany dobrano tak, aby wyniki doświadczenia mogły być porównane z wynikami wcześniejszej pracy nad stratyfikacją nasion śliw (10). Szczególną uwagę zwrócono na objęcie badaniami odmian o wczesnie, średnio późno i późno dojrzewających owocach. Na wszystkich rysunkach szeregowano je zgodnie z naturalną kolejnością dojrzewania owoców i pozyskiwania pestek.

W dniach rozpoczęcia i zakończenia stratyfikacji przeprowadzono ocenę żywotności nasion, stosując próbę barwienia zarodków roztworem indygokarminu 1 : 2000 przez 2 godziny w temperaturze 20°C.

Za miarę skuteczności badanych układów stratyfikacji uznano średnią zdolność kiełkowania, obliczoną dla każdego wariantu cieplnego z jego 4 powtórzeń. Termin „zdolność kiełkowania” oznacza procent nasion, które skiełkowały łącznie w czasie trwania stratyfikacji. Dla celów porównawczych obliczono i przedstawiono graficznie średnie wartości zdolności kiełkowania dla każdego wariantu cieplnego, obliczane poprzez wszystkie porównywane odmiany. Wartości procentowe zdolności kiełkowania poddano analizie zmienności po uprzednim przekształceniu ich na wartości kątowe w oparciu o tabelę Bliss'a (7). Istotność udziału poszczególnych źródeł zmienności w zmienności ogólnej określano przy pomocy testu (F) Snedecora. Oceny istotności różnic, zachodzących między średnimi wartościami zdolności kiełkowania w poszczególnych temperaturach w obrębie każdej odmiany oraz między generalnymi średnimi zdolnościami kiełkowania

obliczonymi dla każdej temperatury poprzez wszystkie odmiany, dokonano przy pomocy testu (D) Duncana. We wszystkich obliczeniach przyjęto jeden poziom wiarygodności ($\alpha = 0,05$).



WYNIKI

Wyniki szczegółowe przedstawiono dla wszystkich badanych 12 odmian na rysunkach 2 i 3, uwzględniając przebieg pęknięcia pestek i kiełkowania nasion oraz zdrowotność nasion na początku i w końcu okresu stratyfikacji. Średnie wartości zdolności kiełkowania uzyskane do chwili zakończenia stratyfikacji zestawiono dla wszystkich odmian i układów stratyfikacji na rysunku 4, na którym przedstawiono również graficznie wielkość najmniejszej udowodnionej różnicy między dowolną parą układów cieplnych stratyfikacji w obrębie odmiany oraz między generalnymi średnimi, obliczonymi dla każdego układu cieplnego poprzez wszystkie badane odmiany.

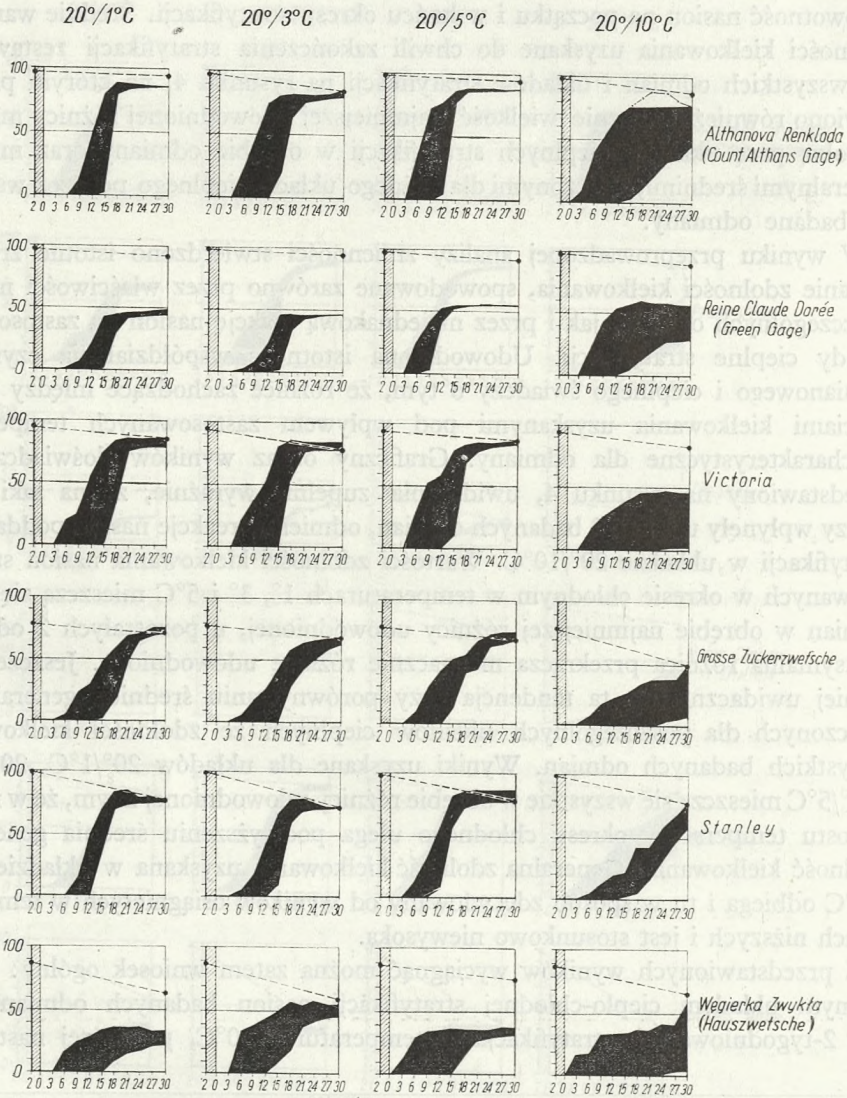
W wyniku przeprowadzonej analizy zmienności stwierdzono istotne zróżnicowanie zdolności kiełkowania, spowodowane zarówno przez właściwości nasion poszczególnych odmian, jak i przez niejednakową reakcję nasion na zastosowane układy cieplne stratyfikacji. Udowodniona istotność współdziałania czynnika odmianowego i cieplnego świadczy o tym, że różnice zachodzące między zdolnościami kiełkowania uzyskanymi pod wpływem zastosowanych temperatur są charakterystyczne dla odmiany. Graficzny obraz wyników doświadczenia, przedstawiony na rysunku 4, uwidacznia zupełnie wyraźnie, że na taki stan rzeczy wpłynęły u 9 na 12 badanych odmian, odmienne reakcje nasion poddanych stratyfikacji w układzie $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$. Wartości zdolności kiełkowania nasion stratyfikowanych w okresie chłodnym w temperaturach 1° , 3° i 5°C mieszczą się u 10 odmian w obrębie najmniejszej różnicy udowodnionej, u pozostałych 2 odmian maksymalna różnica przekracza nieznacznie różnicę udowodnioną. Jeszcze wyraźniej uwidacznia się ta tendencja przy porównywaniu średnich generalnych obliczonych dla poszczególnych układów cieplnych ze zdolności kiełkowania wszystkich badanych odmian. Wyniki uzyskane dla układów $20^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$ i $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ mieszczą się wszystkie w obrębie różnicy udowodnionej z tym, że w miarę wzrostu temperatury okresu chłodnego ulega podwyższeniu średnia generalna zdolność kiełkowania. Generalna zdolność kiełkowania uzyskana w układzie $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ odbiega i tu w sposób zdecydowany od wyników osiągniętych w temperaturach niższych i jest stosunkowo niewysoka.

Z przedstawionych wyników wyciągnąć można zatem wniosek ogólny: optymalnym układem ciepło-chłodnej stratyfikacji nasion badanych odmian śliw jest 2-tygodniowa ich stratyfikacja w temperaturze 20°C , po której następuje

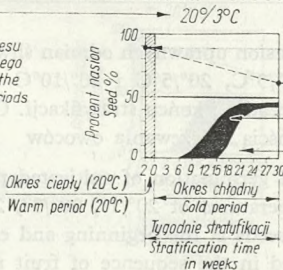
Rys. 2. Przebieg pęknięcia pestek i kiełkowania nasion uprawnych odmian śliw podczas stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturach $20^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ i $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ (2+30 tygodni). Na wykresach zaznaczono żywotność nasion na początku i końcu stratyfikacji. Odmiany są uszeregowane zgodnie z kolejnością dojrzewania owoców

Fig. 2. The course of stone cracking and seed germination of cultivated plum varieties during a warm-followed-by-cold stratification at temperatures of $20^{\circ}/1^{\circ}$, $20^{\circ}/3^{\circ}$, $20^{\circ}/5^{\circ}$ and $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ (2+30 weeks). On the graphs the viability of seeds at the beginning and end of stratification is shown. The varieties are arranged in the sequence of fruit ripening

chłodna stratyfikacja w temperaturze 5°, 3° lub 1°C. Pierwsza z tych temperatur zapewnią nieco lepsze wyniki niż druga i trzecia. Stratyfikacja ciepło-chłodna z okresem chłodnym o temperaturze 10°C przyczynia się do obniżenia zdol-



Temperatura okresu ciepłego i chłodnego
Temperatures of the warm and cold periods



Początkowa żywotność nasion
Initial seed viability
Korocowa żywotność nasion
Final seed viability
Pestki pęknięte
Cracked stones
Nasiona kiełkujące
Germinating seeds

ności kiełkowania w zastosowanym w doświadczeniu 30-tygodniowym okresie stratyfikacji chłodnej.

Na uwagę zasługuje wysoka zdolność kiełkowania nasion większości odmian śliw, uzyskana dzięki zastosowaniu stratyfikacji ciepło-chłodnej. W układzie $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ zdolność kiełkowania powyżej 50% stwierdzono u 9 na 12 odmian. U pozostałych 3 odmian w jednym przypadku mała zdolność kiełkowania uwarunkowana była niską żywotnością początkową zarodków (Tragedy), w drugim poważną obniżką żywotności podczas stratyfikacji (Kirke's Plum), jedynie w trzecim nie kiełkował pewien odsetek nasion żywotnych (Węgierka Zwykła). Należy zaznaczyć, że wszystkie odmiany z wyjątkiem wspomnianej powyżej odmiany Tragedy, odznaczały się wysoką żywotnością początkową zarodków. Nie stwierdzono tu żadnych różnic między odmianami wczesnymi i późnymi. We wszystkich układach temperatur stratyfikacji stwierdzono pewną, przeważnie nieznaną, obniżkę żywotności nasion w 32-tygodniowym okresie stratyfikacji. Utrata żywotności przebiegała u poszczególnych odmian we wszystkich temperaturach podobnie.

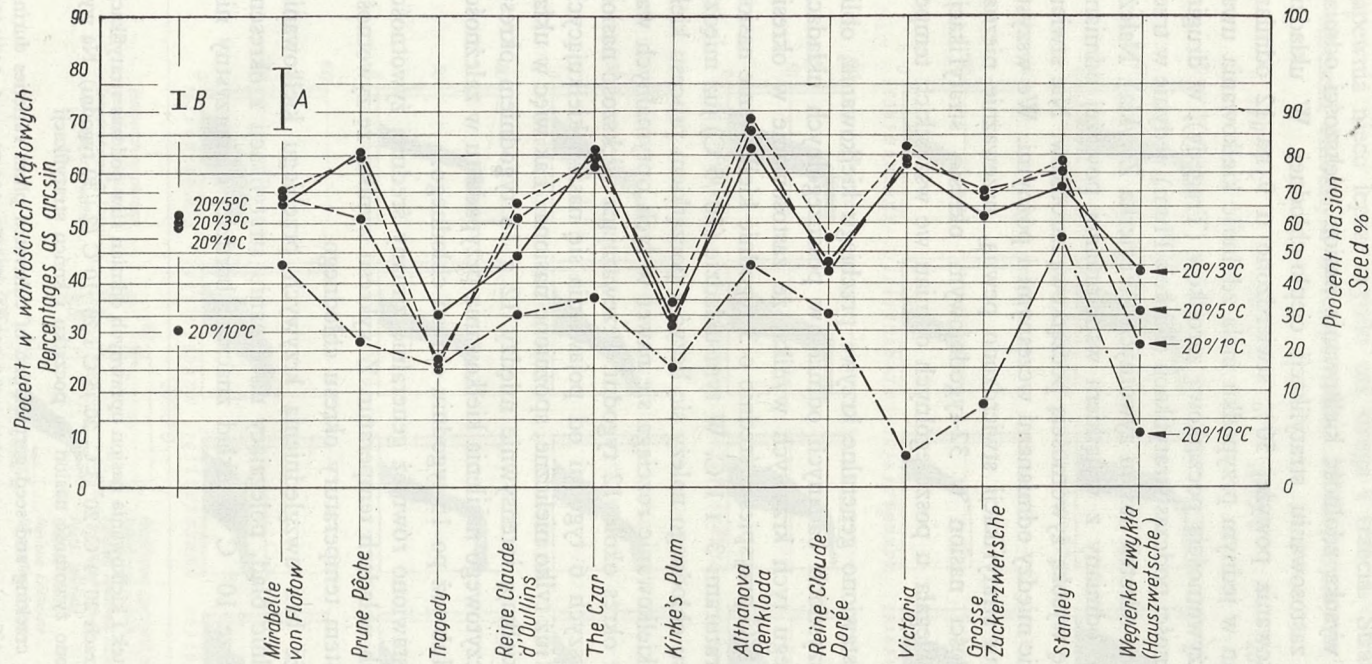
Na rysunku 5 przedstawiono generalne krzywe przebiegu kiełkowania, obliczone wspólnie dla wszystkich badanych odmian w poszczególnych układach temperatury. Z przebiegu tych krzywych wynika, że zastosowanie w okresie chłodnym temperatury 5°C przyspiesza średnio o 3 tygodnie kiełkowanie nasion w porównaniu z temperaturami 3° i 1°C . W tym układzie ($20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$) już między 9 a 12 tygodniem okresu chłodnego należy się liczyć z początkiem procesu kiełkowania nasion. Samo kiełkowanie rozciąga się nawet w tych optymalnych warunkach stratyfikacji na okres około 12 tygodni. Przeważająca większość nasion kiełkuje w ciągu pierwszych 6 tygodni od pojawienia się nasion kiełkujących po tym okresie kiełkują już tylko nieliczne, spóźnione nasiona. Tak więc w układzie $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ nasiona kiełkują intensywnie między 12 a 18 tygodniem okresu chłodnego. Moment szczytowego nasilenia kiełkowania przypada tu w zależności od odmiany tuż przed lub tuż po 15 tygodniu okresu chłodnego.

Na rysunku 5 przedstawiono również generalnie zmiany średniej żywotności nasion w poszczególnych układach temperatur. Z wykresu wynika, że żywotność nasion maleje ze wzrostem temperatury okresu chłodnego.

Należy podkreślić, że bez uwzględnienia krzywych przebiegu kiełkowania nasion można by popełnić błąd, polegający na uznaniu stratyfikacji z okresem chłodnym w temperaturze 10°C za układ znacznie bardziej niekorzystny niż

Rys. 3. Przebieg pęknięcia pestek i kiełkowania nasion uprawnych odmian śliw podczas stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturach $20^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ i $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ (2+30 tygodni). Na wykresach zaznaczono żywotność nasion na początku i końcu stratyfikacji

Fig. 3. The course of stone cracking and seed germination of cultivated plum varieties during a warm-followed-by-cold stratification at temperatures of $20^{\circ}/1^{\circ}$, $20^{\circ}/3^{\circ}$, $20^{\circ}/5^{\circ}$ and $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ (2+30 weeks). On the graphs the viability of seeds at the beginning and end of stratification is shown

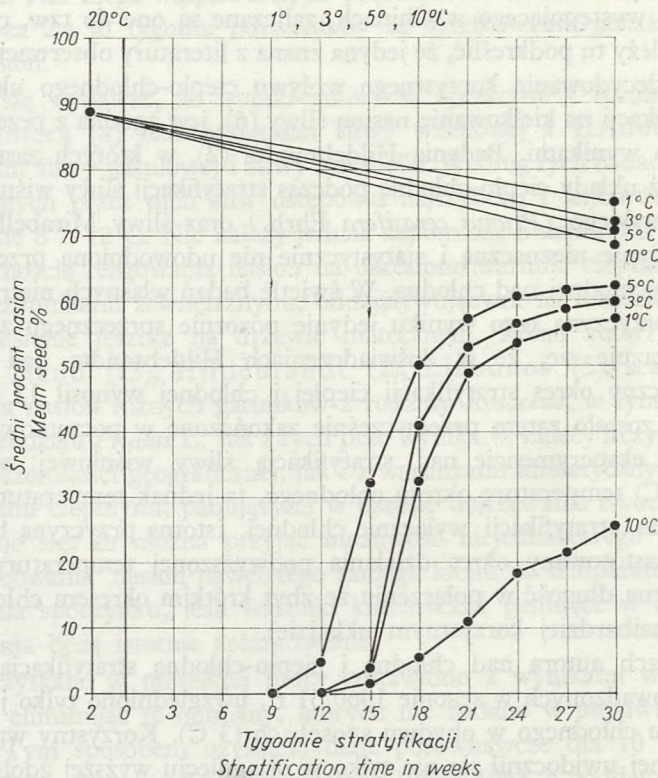


Rys. 4. Zdolność kiełkowania nasion 12 uprawnych odmian śliw, osiągnięta podczas stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturach 20°/1°C, 20°/3°C, 20°/5°C i 20°/10°C (2+30 tygodni). Różnica graniczna A ($m = 11,5$ przy $a = 0,05$) umożliwia ustalenie istotności różnic zdolności kiełkowania nasion, zachodzących pomiędzy poszczególnymi wariantami cieplnymi w obrębie każdej odmiany. Różnica graniczna B ($m = 3,32$ przy $a = 0,05$) umożliwia ustalenie istotności różnic między średnimi generalnymi obliczonymi dla poszczególnych wariantów cieplnych poprzez wszystkie odmiany

Fig. 4. Seed germinability of 12 cultivated plum varieties obtained during a warm-followed-by-cold stratification at temperatures of 20°/1°, 20°/3°, 20°/5° and 20°/10°C (2+30 weeks). The significance limit A ($m = 11,5$ with $a = 0,05$) enables the observation of significant differences in germinative capacity between different thermal variants within each variety. The significance limit B ($m = 3,32$ with $a = 0,05$) permits the observation of significant differences between the different thermal variants calculated generally over all the varieties

jest w rzeczywistości. Zarówno z wykresów przebiegu kiełkowania (rys. 2, 3 i 5), jak i przebiegu pęknięcia pestek (rys. 2 i 3) wynika, że proces kiełkowania bynajmniej nie uległ zakończeniu w czasie trwania doświadczenia. Okazuje się, że w chwili przerwania doświadczenia po 2+30 tygodniach stratyfikacji ciepło-chłodnej krzywa przebiegu kiełkowania u większości odmian stale się jeszcze wznosi, a znaczna liczba nasion już pękniętych jeszcze nie skiełkowała. Oznacza to, że w przypadku przedłużenia okresu stratyfikacji pokażny odsetek nasion kiełkowałby nadal również i w tej temperaturze. Z tego faktu można by wyciągnąć wniosek następujący: podwyższenie temperatury okresu chłodnego do 10°C zmniejsza szybkość przebiegu kiełkowania nasion śliw.

Pęknięcie pestek rozpoczyna się przy stosowaniu stratyfikacji ciepło-chłodnej bardzo wcześnie, w przeważającej większości wypadków między 3 a 6 tygodniem okresu chłodnego.



Rys. 5. Generalne krzywe przebiegu kiełkowania nasion 12 uprawnych odmian śliw podczas stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturach 20°/1°C, 20°/3°C, 20°/5°C i 20°/10°C (2+30 tygodni). Żywotność nasion na początku i końcu stratyfikacji obliczono dla każdego wariantu cieplnego generalnie poprzez wszystkie odmiany

Fig. 5. Overall curves of the course of germination of seeds from 12 cultivated varieties of plums during a warm-followed-by-cold stratification at temperatures of 20°/1°, 20°/3°, 20°/5° and 20°/10°C (2+30 weeks). The viability of seeds at the onset and end of stratification were calculated for each thermal variant as a mean over all the varieties

DYSKUSJA

Przystępując do omówienia wyników przedstawionych w poprzednim rozdziale należy mieć na uwadze, że literatura dotycząca badań nad stratyfikacją dzikich gatunków i uprawnych odmian śliw jest stosunkowo skąpa. Została ona zreferowana we wcześniejszej publikacji (10), dotyczy zresztą niemal wyłącznie stratyfikacji chłodnej.

W swych badaniach, mających na celu porównanie metody chłodnej z ciepło-chłodną, wykazał autor udowodnioną przewagę tej drugiej tak w odniesieniu do nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey), jak i 11 odmian uprawnych śliw (8, 10). W pracach tych porównywano dwa układy stratyfikacji: stratyfikację chłodną (27 tyg. 3°C) i ciepło-chłodną (2 tyg. 20°C + 27 tyg. 3°C). Badane odmiany reprezentowały pełną skalę pory dojrzewania owoców. Z wyjątkiem jednej odmiany amerykańskiej (Burbank), pochodzącej od gatunku *Prunus salicina* Ldl. występującego w Chinach, zaliczane są one do tzw. odmian europejskich. Należy tu podkreślić, że jedyna znana z literatury obserwacja Passeckera, dotycząca zdecydowanie korzystnego wpływu ciepło-chłodnego układu temperatur stratyfikacji na kiełkowanie nasion śliwy (6), jest zgodna z przedstawionymi przez autora wynikami. Badania Hildebrandta (2), w których zastosowane zostały również układy ciepło-chłodne podczas stratyfikacji śliwy wiśniowej pochodzenia bułgarskiego (*Prunus cerasifera* Ehrh.) oraz śliwy Mirabelle de Nancy, wykazały jedynie nieznaczną i statystycznie nie udowodnioną przewagę stratyfikacji ciepło-chłodnej nad chłodną. W świetle badań własnych nietrudno dociec, gdzie leży przyczyna tego wyniku jedynie pozornie sprzecznego z uzyskanymi danymi. Okazuje się, że w doświadczeniach Hildebrandta nad stratyfikacją mirabelki łączny okres stratyfikacji ciepłej i chłodnej wynosił 12 tygodni, doświadczenie zostało zatem przedwcześnie zakończone w początkowej fazie kiełkowania. W eksperymencie nad stratyfikacją śliwy wiśniowej zastosował on wysoką (10°C) temperaturę okresu chłodnego, ta jednak temperatura była optymalna podczas stratyfikacji wyłącznie chłodnej. Istotną przyczyną braku reakcji nasion na zastosowany okres działania podwyższonej temperatury (20°) była jego nadmierna długość w połączeniu ze zbyt krótkim okresem chłodnym (8+8 tygodni w najbardziej korzystnym układzie).

W badaniach autora nad chłodną i ciepło-chłodną stratyfikacją 11 odmian śliw, przeprowadzonych w sezonie 1960/61 r., uwzględniono tylko jedną temperaturę okresu chłodnego w obydwu sposobach (3°C). Korzystny wpływ metody ciepło-chłodnej uwidocznił się nie tylko w osiągnięciu wyższej zdolności kiełkowania przez tak traktowane nasiona, ale i w lepszej żywotności końcowej nasion. W przypadku szeregu odmian stratyfikowanych sposobem wyłącznie chłodnym, obniżka żywotności obejmowała znacznie wyższy procent nasion. Wydaje się, że bodziec cieplny odgrywa podstawową rolę w zahamowaniu szybkości procesu nieodwracalnej utraty żywotności przez zarodki.

Z doświadczeń Hildebrandta nad wyłącznie chłodną stratyfikacją bułgarskiej śliwy wiśniowej i mirabelki wynika, że spoczynek ustępował najwcześniej i u

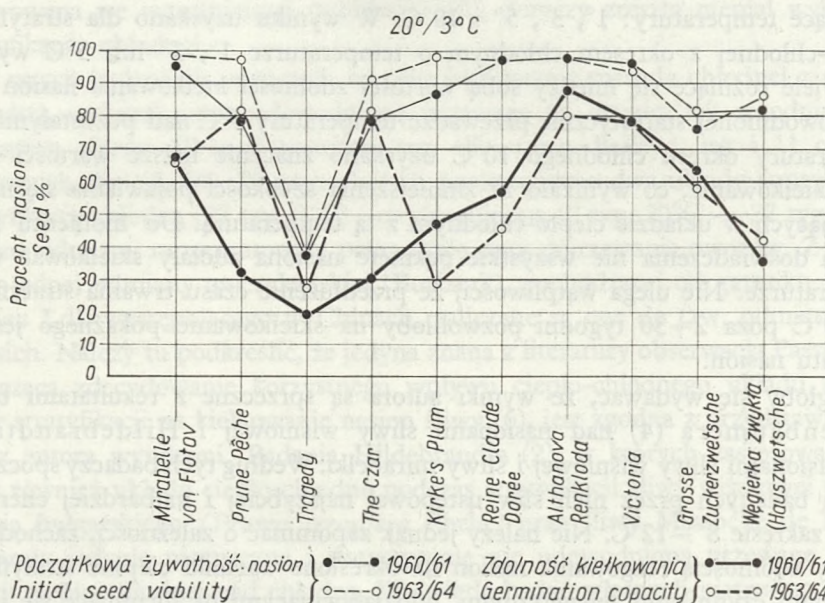
najwyższego procentu nasion w temperaturach stosunkowo wysokich: optymalna temperatura stratyfikacji mieściła się w zakresie 8° – 12°C .

Układ doświadczeń przedstawionych w niniejszej pracy oparty był na założeniu skuteczności stratyfikacji ciepło-chłodnej w dość szerokim zakresie temperatur okresu chłodnego. Z tej to przyczyny zastosowano w doświadczeniu następujące temperatury: 1° , 3° , 5° i 10°C . W wyniku uzyskano dla stratyfikacji ciepło-chłodnej z okresem chłodnym o temperaturze 1° , 3° lub 5°C wysokie i niewiele różniące się między sobą wartości zdolności kiełkowania nasion przy nieudowodnionej statystycznie przewadze temperatury 5°C nad pozostałymi. Dla temperatury okresu chłodnego 10°C uzyskano znacznie niższe wartości zdolności kiełkowania, co wynikało ze zmniejszenia szybkości pojawiania się nasion kiełkujących w układzie ciepło-chłodnym z tą temperaturą. Do momentu przewrótka doświadczenia nie wszystkie pęknięte nasiona zdołały skiełkować w tej temperaturze. Nie ulega wątpliwości, że przedłużenie czasu trwania stratyfikacji $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ poza $2+30$ tygodni pozwoliłoby na skiełkowanie pokąźnego jeszcze procentu nasion.

Mogłoby się wydawać, że wyniki autora są sprzeczne z rezultatami badań Hilkenbäumera (4) nad nasionami śliwy wiśniowej i Hildebrandta (2) nad nasionami śliwy wiśniowej i śliwy mirabelki. Według tych badaczy spoczynek nasion badanych przez nich śliw ustępował najszybciej i najbardziej energicznie w zakresie 8° – 12°C . Nie należy jednak zapominać o zależności, zachodzącej między zdolnością reagowania nasion na określone warunki cieplne stratyfikacji a różnymi czynnikami zewnętrznymi, oddziaływującymi na formujące się i dojrzewające nasienie jeszcze na drzewie matecznym. Różni autorzy, jak Von Abrams i Hand (13), Hildebrandt (2), Lichonos (5), stwierdzali taką zależność dla nasion różnych gatunków z rodziny *Rosaceae*, w tym i dla nasion gatunków z rodzaju *Prunus* L. Jak z tych prac wynika — należy liczyć się zarówno z wpływem szerokości geograficznej, jak i z warunkami klimatycznymi, a zwłaszcza stosunkami ciepłymi, panującymi w okresie dojrzewania owoców w danym roku. Wydaje się, że można przyjąć możliwość niejednakowego kształtowania się zapotrzebowania nasion nawet tego samego klonu na temperatury korzystne dla ustąpienia spoczynku, jeśli warunki klimatyczne panujące w rejonach jego rozmieszczenia będą istotnie zróżnicowane.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy zestawiono z wynikami wcześniejszych badań (10), eliminując te odmiany, których nie badano w obydwu seriach doświadczeń. Tym sposobem uzyskano dane porównawcze dla 10 odmian śliw, pochodzących ze zbioru w Kórniku w latach 1960 i 1963, a poddanych jednolicie stratyfikacji ciepło-chłodnej w układzie $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$ ($2+27$ tyg). Jak wynika z rysunku 6 zdrowotność nasion nie różniła się wiele w obydwu sezonach, również różnice zdolności kiełkowania nasion 7 z 10 badanych odmian nie przekraczały 10 procent. Wyraźne różnice zdolności kiełkowania stwierdzono jedynie w przypadku dwóch odmian (Prune Pêche i The Czar) przy stosunkowo mało zmiennej żywotności. Na rysunku 7 przedstawiono średnie krzywe przebiegu kiełkowania omawianych 10 odmian, uzyskane przez wyliczenie wartości średnich

generalnych dla wszystkich odmian. Z przebiegu tych krzywych wynika, że w zasadzie nie było w tych dwu sezonach przesunięcia okresu początku kiełkowania, który przypadał na okres 12–15 tygodnia stratyfikacji chłodnej, a zatem na okres między 14 a 17 tygodniem stratyfikacji liczonej od początku okresu



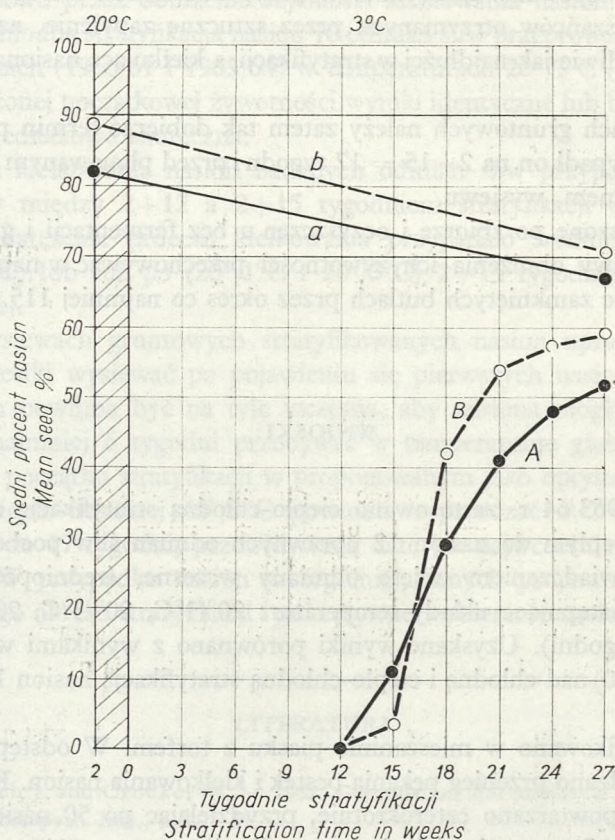
Rys. 6. Porównanie żywotności początkowej i zdolności kiełkowania nasion 10 uprawnych odmian śliw, osiągniętej podczas 2+27 tygodni stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturach 20°/3°C w latach 1960/61 i 1963/64

Fig. 6. Comparison of initial viability and germinative capacity of 10 cultivated plum varieties, obtained during 2+27 weeks of warm-followed-by-cold stratification at a temperature of 20°/3°C in the years 1960/61 and 1963/64

ciepłego. Różnica średnich generalnych zdolności kiełkowania nie przekraczała i tu 10 procent. W jeszcze węższych granicach mieściły się różnice generalnych początkowych i końcowych procentów nasion żywych. Przebieg krzywych kiełkowania dowodzi, że metoda ciepło-chłodnej stratyfikacji nasion badanych odmian śliw była w obydwu sezonach jednakowo skuteczna.

Badań nad stratyfikacją i kiełkowaniem nasion śliw nie można jeszcze uznać za zakończone. Dla uzyskania możliwości pełnego porównania uzyskanych danych z wynikami przedstawionymi przez Hilkenbäumera i Hildebrandta, którzy zalecają stosunkowo wysokie temperatury jako optymalne dla likwidacji stanu spoczynku nasion śliwy wiśniowej i jednej odmiany śliwy, należałoby jeszcze dokonać porównania stratyfikacji chłodnej z ciepło-chłodną przy zastosowaniu temperatur w zakresie 8°–12°C jednocześnie w obydwu metodach. Warto tu jednak nadmienić, że dla amerykańskich gatunków śliw ustalone zostały optymalne temperatury stratyfikacji chłodnej zgodne z wynikami autora dotyczącymi

śliw europejskich. I tak dla *Prunus americana* Marsh. podają Giersbach i Crocker (1) 150-dniową stratyfikację w 5°C za znacznie korzystniejszą od stratyfikacji w 1° i 10°C. Również inne źródła (12) podają temperaturę 5°C jako optymalną dla nasion dzikich śliw *Prunus alleghaniensis* Porter i *P. angustifolia* Marsh.



Rys. 7. Krzywe generalne przebiegu kiełkowania nasion 10 uprawnych odmian śliw podczas stratyfikacji ciepło-chłodnej w temperaturze 20°/3°C (2+27 tygodni) w sezonie 1960/61 r. (A) i 1963/64 r. (B). Generalna żywotność nasion tych odmian na początku i końcu stratyfikacji w tych samych sezonach (a i b)

Fig. 7. Overall curves of the course of seed germination of 10 cultivated plum varieties during a warm-followed-by-cold stratification at a temperature of 20°/3°C (2+27 weeks) in the season A—1960/61 and B—1963/64. The overall seed viability of these varieties at the beginning and end of stratification in the same seasons (a and b)

Drugim zagadnieniem wymagającym eksperymentalnego zbadania jest problem temperatury kiełkowania oraz jej wpływu na kiełkowanie i na zapadanie nasion w stan spoczynku wtórnego.

Na razie dla nasion śliw można proponować 2 tygodnie stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C i około 15 tygodni stratyfikacji chłodnej w temperaturze stałej w zakresie od 1° do 5°C. Po pojawieniu się pierwszych nasion kiełkujących

można nasiona wysiać do gruntu. Jak wynika z wykresów przebiegu kiełkowania, nasiona potrzebują jeszcze co najmniej 6 dalszych tygodni niskiej temperatury glebowej. Jedynie w tych warunkach może być dokończona stratyfikacja tych nasion, które już rozsadziły skorupę pestki, ale w których nie dobiegł jeszcze końca proces ustępowania spoczynku. W przypadku nasion szczególnie cennych, np. nasion mieszańców otrzymanych przez sztuczne zapylenie, należy je przetrzymać możliwie jak najdłużej w stratyfikacji, a kiełkujące nasiona sukcesywnie wybierać.

Przy wysiewach gruntowych należy zatem tak dobierać termin początku stratyfikacji, aby wypadł on na $2+15 = 17$ tygodni i przed planowanym jak najwcześniejszym terminem wysiewu.

Pestki podsuszone po zbiorze i oczyszczeniu bez fermentacji i gnicia miąższu można bez obawy obniżenia ich żywotności przechowywać w napełnionych do połowy szczelnie zamkniętych butlach przez okres co najmniej 115 dni w temperaturze 1°C .

WNIOSKI

W sezonie 1963/64 r. zastosowano ciepło-chłodną stratyfikację z krótkotrwałym okresem ciepłym do nasion 12 uprawnych odmian śliw pochodzenia europejskiego. Doświadczeniem objęto odmiany wczesne, średniopóźne i późne. Zastosowano następujące układy temperatur: $20^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/3^{\circ}\text{C}$, $20^{\circ}/5^{\circ}\text{C}$ i $20^{\circ}/10^{\circ}\text{C}$ ($2+30$ tygodni). Uzyskane wyniki porównano z wynikami wcześniejszych badań autora (10) nad chłodną i ciepło-chłodną stratyfikacją nasion 11 uprawnych odmian śliw.

Pestki stratyfikowano w mieszaninie piasku z torfem. W odstępach 3-tygodniowych sprawdzano przebieg pęknięcia pestek i kiełkowania nasion. Każdy wariant doświadczalny powtarzano czterokrotnie, przydzielając po 50 nasion na powtórzenie (4×50). Na początku i końcu stratyfikacji oznaczano żywotność nasion metodą barwienia indygo-karminem. Za skiełkowane uznawano te nasiona, których korzeń przebił okrywy nasienne i miał co najmniej 3 mm długości.

Z wyników przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Przechowywanie podsuszonych pestek śliw przed stratyfikacją w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych zbiornikach, w temperaturze $+1^{\circ}\text{C}$ przez okres od 116 dni (odmiana najwcześniejsza) do 86 dni (odmiana najpóźniejsza), nie powodowało obniżki żywotności nasion.

2. Ciepło-chłodnej stratyfikacji ($2+30$ tygodni) towarzyszył we wszystkich zastosowanych układach temperatur nieznaczny spadek żywotności nasion. Najlepsze warunki dla zachowania żywotności zapewniała stratyfikacja w układzie $20^{\circ}/1^{\circ}\text{C}$.

3. Przez zastosowanie stratyfikacji ciepło-chłodnej z temperaturą okresu chłodnego 1° , 3° lub 5°C uzyskano u 9 na 12 badanych odmian zdolność kiełkowania wyższą od 50 procent.

4. Stratyfikacja ciepło-chłodna z temperaturą okresu chłodnego 1°, 3° lub 5°C okazała się dla 10 na 12 nadanych odmian jednakowo skuteczna z nie udowodnioną przewagą układu 20°/5°C. Stratyfikacja z temperaturą okresu chłodnego 10°C przyczyniła się u 9 odmian do obniżenia zdolności kiełkowania, spowodowanego częściowo przez obniżenie szybkości kiełkowania nasion.

5. Ciepło-chłodna stratyfikacja nasion 10 odmian śliw przeprowadzona w dwóch różnych sezonach (1960/61 i 1963/64) w temperaturach 20°/3°C (2+27 tygodni) dała przy zbliżonej początkowej żywotności wyniki identyczne lub bardzo podobne i okazała się jednakowo skuteczna.

6. Początek kiełkowania nasion badanych odmian śliw przypadał średnio na okres zawarty między 2+12 a 2+15 tygodniem stratyfikacji ciepło-chłodnej. Maksymalne natężenie procesu kiełkowania przypadało średnio na okres tuż przed (20°/5°C) lub tuż po (20°/1°C i 20°/3°C) 2+15 tygodniach stratyfikacji ciepło-chłodnej.

7. Przy wysiewach gruntowych stratyfikowanych nasion uprawnych odmian śliw można pestki wysiewać po pojawieniu się pierwszych nasion kiełkujących. Data wysiewu powinna być na tyle wczesna, aby nasiona mogły jeszcze przez dalszych co najmniej 6 tygodni przebywać w temperaturze glebowej zbliżonej do 5°C. Data początku stratyfikacji w proponowanym jako optymalnym układzie stratyfikacji ciepło-chłodnej 20°/5°C powinna wyprzedzać o 2+12 do 2+15, a zatem o 14 do 17 tygodni, przewidywaną datę jak najwcześniejszego wysiewu gruntowego. W przypadku nasion szczególnie cennych proponuje się przedłużenie chłodnego okresu stratyfikacji i sukcesywne wybieranie nasion kiełkujących.

LITERATURA

1. Giersbach J. and Crocker W. — 1932. Germination and storage of wild plum seeds. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 4:29—51.
2. Hildebrandt W. — 1959. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. II. Über den Einfluss der Stratifikations-temperatur auf Nachreife und Keimung verschiedener Steinobstarten. *Gartenbauwiss.*, 24:411—429.
3. Hildebrandt W. — 1960. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. IV. Untersuchungen zur Ermittlung der Mindeststratifikationsdauer bei verschiedenen Steinobstarten. *Gartenbauwiss.*, 25: 162—173.
4. Hilkenbäumer F. — 1936. Versuche zur Behebung des Keimverzugs bei Steinobst-samen. *Landw. Jahrb.*, 82: 883—924.
5. Lichonos. F. D. — 1959. O niektórych biologiczescich osobiennostiach siemian i siejancew płodowych dieriewiew. *Bot. Żurn.* 44:1341—1344.
6. Passecker F. — 1955. Keimungsphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobst. *Gartenbauwiss.*, 20:274—290.
7. Snedecor G. W. — 1961. *Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology.* The Iowa University Press. Ames, Iowa.
8. Suszka B. — 1962. Wpływ czynnika termicznego na ustępowanie spoczynku nasion dzikiej czereśni. *Arboretum Kórnickie*, VII:189—275.
9. Suszka B. — 1963. Die Warm-Kalt-Stratifikation der Prunoideensamen. *Intern. Symposium Physiologie, Ökologie u. Biochemie der Keimung.* Greifswald, September 1963, D 10.

10. Suszka B. — 1964. Ciepło-chłodna stratyfikacja nasion uprawnych odmian śliw, wiśni i czereśni. Arboretum Kórnickie, IX: 237—261.
11. Suszka B. — 1964. Wpływ sposobu i długości okresu przechowywania pestek na zdolność kiełkowania nasion czereśni dzikiej (*Prunus avium* L.). Arboretum Kórnickie, IX: 223—235.
12. Woody-Plant Seed Manual — 1948. U.S. Dept. Agric., Misc. Publ., No 654. Washington.
13. Von Abrams G. J. and Hand M. E. — 1956. Seed dormancy in *Rosa* as a function of climate. *Am. Journ. Bot.*, 43:7—12.
14. Zagaja S. W. i Pieniążek S. A. — 1961. Studia nad przygotowaniem nasion ąłczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) do siewu. I. Wpływ niektórych czynników zewnętrznych na dynamikę dojrzewania posprzętowo nasion ąłczy. *Prace Inst. Sadownictwa*, V:3—16.

BOLESŁAW SUSZKA

Thermal conditions for the warm-followed-by-cold stratification of seeds from the cultivated varieties of plums

Summary

In the 1963/64 season seeds of 12 European varieties of plums were subjected to a warm-followed-by-cold stratification with a short warm period. In the experiment early, medium-late and late varieties were employed. The following temperature combinations were used: 20°/1°, 20°/3°, 20°/5° and 20°/10°C. (2+30 weeks). The results obtained were compared with those obtained earlier by the author (10) on the cold and warm-followed-by-cold stratification of 11 cultivated varieties of plums.

The stones were stratified in a mixture of sand and peat. At 3-week intervals the course of stone cracking and germination was evaluated. Each variant in the experiment was replicated 4 times, using 50 seeds per replicate (4×50). At the beginning and end of stratification seed viability was estimated by the method which involves staining with indigocarmine. Seeds in which the root has pierced the seed coats and was at least 3 mm long were considered as germinated.

From the results of the studies performed the following conclusions were drawn.

1. The storage of partly dried plum stones before stratification in tightly sealed containers, half filled with the seeds, at a temperature of 1°C for a period of 116 (the earliest variety) to 86 days (the latest variety) did not lower the viability of the seeds.
2. Warm-followed-by-cold stratification (2+30 weeks) was always accompanied in all the experimental variants by a small decline in seed viability. The best conditions for the maintenance of viability were provided by the system 20°/1°C.
3. The use of warm-followed-by-cold stratification with the cold period temperature of 1°, 3° or 5°C provided in 9 out of the 12 studied varieties a germinative capacity greater than 50%.
4. The warm-followed-by-cold stratification with the cold period temperature of 1°, 3° or 5°C proved for 10 of the studied varieties to be equally efficient with a non significant advantage of the 20°/5°C system. Stratification at the 10°C temperature of the cold period resulted in a lowering of germinability in 9 of the varieties, which was caused to some extent by a decline in its rate.
5. Warm-followed-by-cold stratification of 10 plum varieties performed over two different seasons (1960/61 and 1963/64) at temperatures of 20°/3°C (2+27 weeks) gave, with a comparable initial viability, identical or very similar results and proved equally efficient.
6. The onset of seed germination of the studied plum varieties fell between the 2+12th and 2+15th week of warm-followed-by-cold stratification. The maximal intensity of germination occurred just before (20°/5°C.) or just after (20°/1°C and 20°/3°C) the 2+15th week of warm-followed-by-cold stratification.
7. The field sowing of stratified seeds of cultivated plum varieties can be performed when the first germinating seeds appear. The date of sowing should be sufficiently early so that the seeds

would remain in the soil for at least another 6 weeks, with the soil temperature close to 5°C. The date of commencement of stratification, under the optimal combination of the warm-followed-by-cold stratification of 20°/5°C, should precede by 2+12 to 2+15 that is by 14 to 17 weeks the date of the anticipated earliest field sowing. In the case of particularly valuable seeds it is recommended to prolong the period of cold stratification and gradually remove all the germinating seeds for sowing.

БОЛЕСЛАВ СУШКА

*Термические условия тепло-холодной стратификации семян
возделываемых сортов слив*

Резюме

В 1963/64 г. проводилась тепло-холодная стратификация (с кратковременным теплым периодом) семян 12 культивируемых сортов слив европейского происхождения. В опыт включены ранние, среднепоздние и поздние формы. Бралась следующие соотношения температур: 20°/1°C, 20°/3°C, 20°/5°C и 20°/10°C (2+30 недель). Полученные результаты сравнивались с результатами прежних работ автора (10) над холодной и тепло-холодной стратификацией семян 11 культивируемых сортов слив.

Косточки стратифицировались в смеси песка с торфом. Через каждые три недели проверялся ход растрескивания косточек и прорастания семян. Каждый вариант опыта ставился в четырех повторностях, по 50 семян в каждой (4×50). В начале и в конце стратификации определялась жизнеспособность семян методом окрашивания индигокармином. Проросшими семенами считались такие, корень которых пробил семенные покровы и достиг по крайней мере 3 мм длины.

Из приведенных опытов сделаны следующие выводы:

1. Хранение подсушенных косточек слив перед их стратификацией в плотно закрытых и до половины заполненных сосудах при температуре +1°C от 116 (самый ранний сорт) до 86 дней (самый поздний) не вызывало снижения жизнеспособности семян.

2. Тепло-холодная стратификация (2+30 недель) при всех взятых соотношениях температур сопровождалась незначительным уменьшением жизнеспособности семян. Наилучшие условия для сохранения жизнеспособности создавала стратификация при температуре 20°/1°C.

3. У 9 из 12 исследованных сортов тепло-холодная стратификация с температурами холодного периода равными 1°, 3° и 5°C привела к повышению способности и прорастанию на 50% и выше.

4. Тепло-холодная стратификация с температурами холодного периода в 1°, 3° и 5°C оказалась одинаково эффективной для 10 сортов из 12; наблюдалось недостаточно доказательное превосходство соотношения температур 20°/5°C. Стратификация с температурой холодного периода 10°C привела у 9 сортов к снижению способности к прорастанию, вызванному частично уменьшением скорости прорастания.

5. Тепло-холодная стратификация семян 10 сортов слив, проведенная в два разных сезона (1960/61 и 1963/64) при температурах 20°/3°C (2+27 недель), дала (при сходной доопытной жизнеспособности семян) идентичные или очень сходные результаты и оказалась одинаково эффективна.

6. Начало прорастания семян у изученных сортов слив в среднем приходилось на период между 2+12 и 2+15 неделями стратификации. Максимальная интенсивность прорастания приходится в среднем или непосредственно перед 2+15 неделями стратификации (20°/5°C), или сразу же за ними (20/1°C и 20/3°C).

7. При посеве стратифицированных семян культивируемых сортов слив в грунт косточки можно высевать после появления первых проросших семян. Дата посева должна быть нас-

только ранней, чтобы семена могли еще по крайней мере 6 недель находиться при почвенной температуре близкой к 5°C. Стратификацию в предложенном оптимальном варианте (20°/5°C) следует начинать от 2+12 до 2+15 (т. е. на 14—17) недель раньше наиболее ранней предполагаемой даты посева. Для особо ценных семян рекомендуется удлинять холодный период стратификации и отбирать прорастающие семена.

13. Von Ahrens, H. and M. E. ... Seed dormancy in Rana ...

14. Ziegler, S. W. ...

15. ...

Вопросы стратификации семян
KAZIMIERZ WALSZAK

В 1961 г. проводилась стратификация (с краткосрочными периодами) семян 13 культурных сортов (в том числе 10 сортов) в условиях оптимальных соотношений температуры: 20°/1°C, 20°/3°C, 20°/5°C и 20°/10°C (2+30 недель). Полученные результаты сравнивались с результатами трехнедельной стратификации в 10 и 20°C над холодной и теплой холодной стратификацией семян 11 культурных сортов (табл. 1) в срок посева 20-25 мая.

Культуры стратифицировались в мешки после 5 недель стратификации в 20°C и 10°C, а также в 20°C и 10°C в течение 30 недель. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

1. Жизнеспособность семян после стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

2. Тепло-холодная стратификация (2+30 недель) при всех соотношениях температуры (20°/1°C, 20°/3°C, 20°/5°C, 20°/10°C) давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

3. У 9 из 13 культурных сортов тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

4. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

5. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

6. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

7. При посеве стратифицированных семян культурных сортов в грунт, посевы можно считать после появления первых всходов. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

8. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

9. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

10. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.

11. Тепло-холодная стратификация с соотношением температуры 20°/5°C давала лучшие результаты, чем другие методы стратификации. Прорастание семян определялось методом определения жизнеспособности. Прорастание семян считалось также, когда проросли семена после посева в грунт. В течение стратификации в 20°C и 10°C в мешках в течение 30 недель стратификации определялась жизнеспособность семян.