

BOLESŁAW SUSZKA

Wpływ czynnika termicznego na ustępowanie spoczynku nasion dzikiej czereśni¹

Wstęp	189
I. Przegląd literatury	191
II. Badania własne	199
1. Metodyka	199
a) cel badań	199
b) materiał	199
c) urządzenia	202
d) metody	202
2. Przebieg i wyniki doświadczeń	208
a) badania wstępne nad stratyfikacją pestek dzikiej czereśni	208
b) badania szczegółowe nad stratyfikacją stopniowaną pestek dzikiej czereśni	222
c) badania nad stratyfikacją chłodną i stopniowaną pestek różnych gatunków z podrodziny <i>Prunoideae</i>	229
d) badania nad wskaźnikami stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion czereśni dzikiej	232
III. Dyskusja	244
IV. Wnioski	253
Literatura	257

WSTĘP

Spoczynkiem nasion nazywamy taki ich stan, w którym 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.

Zjawisko zapadania nasion w stan spoczynku, występujące u licznych gatunków roślin drzewiastych, jest przystosowaniem nie dopuszczającym do kiełkowania w niekorzystnej z tych czy innych względów porze roku. Nierównomierna głębokość spoczynku poszczególnych nasion, uzewnętrzniająca się w zja-

¹ Praca wykonana w Zakładzie Dendrologii i Pomologii Polskiej Akademii Nauk, przedstawiona Radzie Wydziału Leśnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w czerwcu 1961 r. w celu uzyskania stopnia doktorskiego. Promotor: prof. dr Stanisław Tyszkiewicz, Zakład Nasiennictwa i Selekcji w Instytucie Badawczym Leśnictwa w Warszawie.

wisku tzw. przelegiwania, pozwala na rozciągnięcie kiełkowania nasion dojrzałych w tym samym sezonie na okres kilku lat i w efekcie na powstanie kilku pokoleń siewek. I w tym zjawisku można dopatrywać się pewnej cechy przystosowawczej, zapewniającej gatunkowi przetrwanie nawet w przypadku całkowitej zagłady wszystkich owocujących i obradzających nasiona dojrzałych roślin na danym siedlisku.

Wykrycie i zbadanie warunków, w których może nastąpić przerwanie stanu spoczynku stanowi jeden z głównych kierunków badań w doświadczalnictwie nasiennym, a zdążają również ku temu prace eksperymentalne przedstawione w niniejszej rozprawie.

Celem, który przyświecał autorowi, było zbadanie warunków koniecznych dla ustąpienia spoczynku nasion dzikiej czereśni, w końcowej fazie pracy również nasion kilku innych gatunków z tej samej co dzika czereśnia podrodziny *Prunoidae*: antypki, ałyczy, czeremchy amerykańskiej i moreli. Na pierwszy plan wysunięte zostały w badaniach warunki cieplne. W porównaniu do warunków aeracji i nawilgotnienia odgrywają one rolę pierwszorzędną.

Bezpośrednim bodźcem do podjęcia tej pracy były negatywne rezultaty doświadczeń przeprowadzonych nad nasionami dzikiej czereśni w zalecanych przez podręczniki nasiennictwa warunkach stratyfikacji w stałej, obniżonej temperaturze. Rozważenie warunków istniejących w naturalnym środowisku, w którym nasiona dzikiej czereśni znajdują możliwość przewyciężenia stanu spoczynku i kiełkowania, to jest w glebie, stanowiło punkt wyjścia dla podjęcia naszych doświadczeń.

Pestki czereśni trafiające wkrótce po dojrzeniu owoców do położonych tuż pod powierzchnią lecz wilgotnych warstw gleby, zastają w niej stosunkowo wysoką temperaturę początkową. Przejście do temperatur nieco wyższych od 0°C, w których przebiegać powinien proces ustępowania spoczynku, trwa kilka miesięcy. W warunkach klimatycznych Polski centralnej dopiero w listopadzie następują w glebie warunki termiczne, uważane za optymalne dla omawianego procesu. Hipoteza robocza, w myśl której zaplanowano i przeprowadzono badania składające się na niniejszą pracę, polega na uznaniu potrzeby przejścia stratyfikowanych nasion przez pewien okres z temperaturą zbliżoną do tej, która panuje w podpowierzchniowej warstwie gleby w początkowym okresie przebywania w niej nasion. Założono, że dopiero następstwo dwóch temperatur: wyższej, zbliżonej do 20°–25°C i niższej, zawartej przypuszczalnie w zakresie 3°–6°C, stworzy warunki cieplne odpowiadające w pełni układowi utrwalonemu dziedzicznie w nasionach. Negatywne wyniki doświadczeń przeprowadzonych nad stratyfikacją pestek dzikiej czereśni w stałej, obniżonej temperaturze, tłumaczono zgodnie z przyjętą hipotezą tym, że potrzeby ukształtowane w średnich warunkach klimatu glebowego nie zostały zaspokojone przez stworzone w doświadczeniach układy temperatur. Wykazanie słuszności tej hipotezy dla nasion dzikiej czereśni, a potem, po pierwszych pozytywnych wynikach, zastosowanie jej również

do nasion innych gatunków pestkowych, było celem, który przyświecał autorowi rozprawy podczas jego 5-letnich badań.

Praca niniejsza została wykonana w latach 1956—1961 w pracowni nasiennej Zakładu Dendrologii i Pomologii PAN w Kórniku pod kierunkiem prof. dra Stanisława Tyszkiewicza, kierownika Zakładu Nasiennictwa i Selekcji w Instytucie Badawczym Leśnictwa w Warszawie. Pragnąłbym w tym miejscu złożyć Panu Profesorowi S. Tyszkiewiczowi swoje podziękowanie za udzielone mi rady i wskazówki oraz za cenne uwagi krytyczne przy opracowywaniu wyników.

Panu Profesorowi Doktorowi Stefanowi Białobokowi, Dyrektorowi Zakładu Dendrologii i Pomologii Polskiej Akademii Nauk, dziękuję za stworzenie materialnych podstaw wykonywania niniejszej pracy w postaci aparatury i urządzeń pracowni nasiennej oraz za otoczenie pracy przez cały czas jej trwania wyrozumiałą i życzliwą opieką.

Szczególne podziękowania składam również mojej Żonie, Magister Janinie Suszkowej za pomoc w przeprowadzeniu niektórych doświadczeń oraz laborantce Pani Urszuli Przybyłowej za poniesiony trud i pracę przy wykonywaniu zmudnych ocen, prac kontrolnych oraz obliczeń statystycznych.

Kolegom: Doktorowi Mirosławowi Tomaszewskiemu oraz Panu Stanisławowi Bartkowiakowi dziękuję za zawsze chętne rady i pomoc, której mi nie szczędzili w czasie wykonywania pracy.

I. PRZEGLĄD LITERATURY

Powstrzymywanie się nasion gatunków z podrodziny *Prunoideae* od kiełkowania uwarunkowane jest zazwyczaj szeregiem przyczyn, które mogą być związane zarówno z budową pestki i nasienia, jak i z właściwościami fizjologicznymi okryw nasiennych i zawartego w nich zarodka. Istotną rolę odgrywają tu również warunki zewnętrzne, oddziaływające na zamknięte w pestce nasienie. Wpływ tych warunków zaznacza się nie tylko w okresie upływającym po oddzieleniu się owoców od drzewa lub krzewu matecznego aż do momentu osiągnięcia przez nasiona stanu gotowości do kiełkowania. Już układ warunków klimatycznych panujących w okresie formowania się nasienia w owocu może zadecydować o wymaganiach cieplnych nasion w okresie ustępowania spoczynku (1, 116, 129)¹.

Skorupa pestki utrudnia i hamuje dzięki swej specyficznej budowie, lecz nie uniemożliwia dostępu powietrza i wody do nasienia (2, 20, 54, 78, 83, 87), podobną rolę odgrywają pod tym względem okrywy nasienne: łupina nasienna, resztki nucellusa i bielmo, które otacza w nasionach pestkowych zarodek zwartym i nieprzerwanym płaszczem żywych komórek (73, 84, 96, 100). Powłoka bielma w strefie korzenia zarodkowego i po obydwu płaskich bokach zarodka jest grubsza

¹ Liczby w nawiasach oznaczają pozycje literatury.

niż w innych partiach okrywy nasiennej. Dzięki temu stwarza ona tak silny opór mechaniczny, że mimo istnienia stałej gotowości osiowych części napęczniałych zarodków do wydłużania się i początkowego wzrostu (29, 30, 31, 32, 117), kiełkowanie nie jest możliwe nawet po zdjęciu prawie całych okryw nasiennych z liścieni (83). U nasion, w których nastąpiły już dzięki odpowiednim warunkom środowiska zewnętrznego procesy związane z początkową fazą ustępowania spoczynku, utrudniające dotąd kiełkowanie okrywy nasienne powiększają wraz z pęczniejącymi liścieniami zarodka swe rozmiary i przyjmują tym samym aktywną rolę przy rozsadzaniu osłabionej już w szwie skorupy pestki (13, 73). Kiełkowanie prawidłowe, tj. prowadzące do wydania normalnie rosnących siewek wymaga jednak zaistnienia tak w bielmie, jak i w zarodkach szeregu procesów i przemian natury biochemicznej i fizycznej (7, 33, 34, 48, 52, 125), przyczyniających się łącznie do ustąpienia stanu spoczynku. Zewnętrznym wyrazem tych przemian jest przerwanie okryw nasiennych przez szybko rosnący korzeń zarodkowy i pozostałe osiowe części zarodka. Naturalna zmienność sprawia, że natężenie tych przemian i reakcja poszczególnych nasion danej partii nie jest bynajmniej jednolita (14, 52, 55, 64, 84, 94, 126).

W pracy niniejszej przyjęto wyraźne odróżnienie dwóch współistniejących w nasieniu form spoczynku:

1) spoczynek nasienia spowodowany przez obecność i wpływ skorupy pestki i 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 (około 20°C) po oswobodzeniu z okryw nasiennych i przy swobodnym dostępie wody i powietrza.

Właściwość szybkiego podejmowania wzrostu przez wyizolowane z okryw zarodki jest podstawą jednego ze sposobów określania stanu zdrowotności nasion (29, 30, 31, 32), ponadto umożliwia ona sztuczną hodowlę izolowanych zarodków. Metoda ta odgrywa szczególną rolę przy uzyskiwaniu siewek z niedorozwiniętych i zamierających w normalnych warunkach zarodków wcześniej dojrzewających odmian drzew owocowych z podrodziny *Prunoideae* (105), szczególnie brzoskwiń, czereśni, wiśni, śliw i moreli. Hodowla odmian wczesnych jest bez tej metody dzisiaj już nie do pomyślenia, nie ustają prace nad jej doskonaleniem (10, 11, 23, 51, 58, 59, 68, 104, 107, 109, 110, 122, 123, 124, 127, 128).

Spoczynek nasienia można łatwo i szybko przerwać przez rozbicie skorupy pestki oraz oddzielenie okryw nasiennych i umieszczenie normalnie wykształconych zarodków w odpowiednich warunkach nawilgotnienia i aeracji w podwyższonej temperaturze zarówno w świetle, jak i w ciemności. Ustąpienie spoczynku zarodka natomiast nie jest możliwe bez umieszczenia całych pestek, wyjętych z nich nasion bądź też wyizolowanych z okryw zarodków w warunkach odpowiednich dla przemian wewnętrznych, a wiodących do ustąpienia stanu spoczynku. Warunki

te stwarza dopiero długotrwałe oddziaływanie obniżonej temperatury w zakresie od 0°C do 5°–12°C (w zależności od gatunku) przy dostępie wody i powietrza (23, 29, 84, 112). Z tak traktowanych nasion wyrastają normalnie rozwijające się siewki. U siewek uzyskanych z izolowanych zarodków w podwyższonej temperaturze występuje natomiast zjawisko fizjologicznej karłowatości. U siewek takich międzywęzła przestają się wydłużać, a w następstwie wzrost pędu na długość ulega całkowitemu zahamowaniu, w szczytowej strefie pędu tworzy się rozетка nierzadko anormalnie wykształconych i czasem skędzierzawionych liści (28,107). Nie ustaje natomiast przyrost pędu na grubość, a system korzeniowy rozrasta się stale (23, 39). Przez przetrzymywanie w stałej, podwyższonej temperaturze można utrzymać tak wyhodowane siewki brzoskwini nawet przez 10 lat w stanie fizjologicznej karłowatości (34, 36).

Umieszczenie fizjologicznych karłów na pewien okres czasu w obniżonej temperaturze (około 5°C) likwiduje całkowicie zjawisko karłowatości, ponieważ po ponownym umieszczeniu ich w warunkach odpowiedniego oświetlenia wznowiają one w temperaturze podwyższonej normalny wzrost z któregoś z wierzchołkowych pączków pachwinowych (30, 33). Pączek szczytowy natomiast, w którym wraz z wierzchołkową partią pędu zlokalizowane jest zjawisko karłowatości, pozostaje stale w stanie uśpienia, przedłużanie się osi pędu jest zatem w tym przypadku pozorne (34, 37, 39).

Jak wynika z podanych powyżej faktów, przewyciężenie stanu spoczynku wymaga pewnego okresu oddziaływania obniżonej temperatury. Jest to zgodne z naturalnym rytmem warunków termicznych gleby w strefie klimatu umiarkowanego, z której pochodzą prawie wszystkie zbadane dotąd gatunki drzew pestkowych. Brak potrzeby przejścia przez okres chłodny, obserwowany u nasion jednego jak dotąd gatunku — *Prunus cerasoides* z Punjabu w Indiach, potwierdza jedynie powyższą hipotezę (3). Znamienne jest, że obniżoną temperaturą można skutecznie oddziaływać zarówno na niedokształcone (122, 124) lub całkowicie wykształcone zarodki w stanie izolowanym, na zarodki znajdujące się w całych, wyjętych z pestek nasionach, na zarodki w nasionach zawarte w nie uszkodzonej pestce, na owoce, w których znajdują się dojrzewające jeszcze nasiona (11, 51, 68, 129), jak również na pobudzone do początkowego wzrostu, lecz na skutek braku obniżonej temperatury skarłowaciałe siewki (30, 33).

Nie wszystkie nasiona gatunków z podrodziny *Prunoideae* kiełkują w warunkach naturalnych czy sztucznych po jednorazowym, dłuższym oddziaływaniu niską temperaturą. Część, nieraz znaczna, kiełkuje po drugim, a nawet czasem po trzecim sezonie chłodnym (121). Zjawisko to zwie się przelegiwaniem nasion. Zabiegi stosowane przez ogrodników i szkółkarzy zmierzają do uzyskania maksymalnej ilości siewek po pierwszym sezonie chłodnym właśnie kosztem nasion przelegujących. Nie ulega wątpliwości, że zarówno normalny spoczynek jak i przelegiwanie nasion to cenne, dziedzicznie utrwalone przystosowania, nie dopuszczające do przedwczesnego skiełkowania nasion w okresie późnego lata

i jesieni. Umożliwiają one powstanie kilku pokoleń siewek po każdym roku nasiennym.

Proces ustępowania spoczynku nasion raz zainicjowany może przy zakłóceniu warunków wilgotności, dostępu powietrza czy zwłaszcza temperatury, ulec zahamowaniu lub przerwaniu. W warunkach krytycznie nie sprzyjających nasiona zapadają w stan spoczynku wtórnego (21, 38, 84). Jego przewyciężenie wymaga ponownego, pełnego okresu oddziaływania czynnikami warunkującymi ustąpienie spoczynku (47). I ta właściwość jest w warunkach naturalnych przystosowaniem korzystnym dla zachowania gatunku. W warunkach praktyki szkółkarskiej może być ona przyczyną wielu niepowodzeń.

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°C do -3°C (45, 46, 91, 92, 93, 118, 119). Wbrew przyjętemu od dawna poglądom nasiona osiągają i w tych temperaturach gotowość do kiełkowania, choć dla samego kiełkowania wymagane są temperatury wyższe niż 0°C (46, 91).

Wiele danych dotyczących warunków ustępowania spoczynku zawdzięczamy badaniom nad niedokształconymi zarodkami wczesnych odmian różnych gatunków owocowych drzew pestkowych, zwłaszcza brzoskwiń. Ustalenie periodycznego przebiegu wzrostu owocu i formowania się nasienia (16, 61, 71, 106, 108, 113) pozwoliło na stwierdzenie, że dopiero w ostatniej fazie rozwoju owocu przemiany wewnętrzne w dobrze wykształconych nasionach idą w tym kierunku, że następstwem ich jest zapadnięcie nasienia i zarodka w stan spoczynku. Potrzeba przejścia przez pewien okres z obniżoną temperaturą stwierdzona została jednak również dla niedokształconych zarodków (122, 124).

Zagadnienie przemian stanu fizycznego i procesów biochemicznych związanych z zapadaniem nasion w stan spoczynku, jak również przemian i procesów warunkujących ustąpienie tego stanu jest dla nasion gatunków z podrodziny *Prunoideae* stosunkowo mało zbadane. Na podstawie badań przeprowadzonych nad nasionami gatunków z innych podrodziny rodziny *Rosaceae* można przyjąć, że i w interesujących nas nasionach pestkowych zachodzi w końcowej fazie kształtowania się owocu akumulacja wielkdrobinowych, organicznych substancji zapasowych w tkankach bielma i zarodka. Dla okresu ustępowania spoczynku typowe są natomiast procesy zmierzające do odbudowy tych związków do związków prostych. Umożliwia to łatwy ich transport i wykorzystanie do syntezy złożonych związków organicznych w nowo budowanych tkankach szybko rosnących siewek (26, 27, 33, 34, 52). Podczas ustępowania spoczynku stwierdzano między innymi następujące zmiany:

- 1) wzrost intensywności oddychania,
- 2) wzrost aktywności enzymów regulujących procesy hydrolizy, syntezy i reakcje oksydo-redukcyjne,

3) przekształcenie trudno rozpuszczalnych substancji zapasowych w łatwo rozpuszczalne, wzrost ilości prostych związków organicznych koniecznych do budowy nowych tkanek, zwłaszcza cukrów i niektórych aminokwasów, obniżenie się zawartości tłuszczów,

4) wzrost stężenia jonów wodorowych i kwasowości,

5) wzrost siły ssącej i zdolności przewodzenia wody, zwiększenie się stopnia nasycenia tkanek wodą.

Należy podkreślić, że brak niemal zupełnie badań, w których traktowane byłyby oddzielnie procesy zachodzące w bielmie i w zarodkach. Nieliczne istniejące prace, uwzględniające taki rozdział, a dotyczące nasion gatunków drzewiastych, nie uwzględniają w ogóle gatunków z rodziny *Rosaceae* (26, 72).

Na uwagę zasługują wyniki badań niektórych badaczy, stojących na gruncie sformułowanej przez Genkela teorii spoczynku. Obserwowane przez nich takie zjawisko, jak zanikanie plazmodesmów, odstawanie protoplazmy od ścian komórkowych oraz nagromadzanie się związków lipidowo-białkowych w okresie zapadania zarodków w stan spoczynku i ponowne nawiązywanie łączności między protoplastami poszczególnych komórek oraz rozpad tych związków w okresie ustępowania spoczynku (4, 76, 77) zostały zakwestionowane przez autorów atakujących poprawność metodycznej strony tych badań (69, 80). Warto nadmienić, że w myśl ostatnich wyników badań reprezentantów teorii Genkela, równocześnie z zapadaniem nasion w stan spoczynku zachodzić ma, zamiast normalnych podziałów mitotycznych, proces tworzenia się komórek wielojądrowych, podczas kiełkowania natomiast proces odwrotny (77).

Przeprowadzone dotychczas dla nasion brzoskwini badania nad występowaniem substancji pobudzających względnie hamujących wzrost, nie uwidoczniły żadnego bezpośredniego związku między zjawiskiem spoczynku a substancjami wyekstrahowanymi z nasion, bez względu na to, czy substancje te oddziaływały hamująco czy pobudzająco na wzrost wycinków roślin testowych (38). Brak takiej zależności stwierdzano również wtedy, gdy wyciągi z tak uzyskanych stref inhibicji lub stymulacji aplikowano wprost na wierzchołki wzrostu siewek brzoskwini, względnie, gdy do biotestów używano nie wycinków z koleoptyl pszenicy, lecz zarodków tego samego gatunku, a zatem brzoskwini (38).

Poważne znaczenie posiadają dla badań nad możliwością szybkiej likwidacji tak stanu spoczynku, jak i skutków tego stanu (fizjologiczna karłowatość siewek) próby znalezienia czynników zastępczych dla obniżonej temperatury. Stosowane w tych badaniach związki chemiczne okazywały się zazwyczaj całkowicie bezskuteczne (56), pewne efekty osiągnięto jedynie przy pomocy tiomocznika (111). Jedynym związkiem, przy pomocy którego można, jak się okazało, ingerować czynnie w procesy związane z spoczynkiem nasion i siewek okazał się kwas gibberelowy (8, 24, 40, 43). Podobne efekty w stosunku do fizjologicznych karłów uzyskano przy pomocy oddziaływania światłem lub różnymi kombinacjami światła i ciemności (33, 34, 35, 36, 67, 103), względnie światła i temperatury (85).

Ani gibereliny, ani światło nie likwidują wszystkich symptomów spoczynku. Obniżona temperatura pozostaje nadal czynnikiem niezastąpionym (33, 36).

Niezależnie od skutków naturalnego starzenia się nasion, które zachodzi podczas przechowywania pestek na sucho (21) przed poddaniem ich zabiegom mającym na celu likwidację stanu spoczynku, stan zdrowotności nasion może ulec przedwczesnemu, często bardzo szybkiemu pogorszeniu. Przyczyn należy doszukiwać się wtedy w niewłaściwie zastosowanych sposobach pozyskiwania i przechowywania pestek. Niezwykle szkodliwe jest również dopuszczenie do gnicia i fermentacji miąższu, zwłaszcza wtedy, gdy wiąże się ona z zabójczą dla nasion podwyżką temperatury (15, 40, 50, 56, 74, 101, 126, 130). Podobnie szkodliwe jest stosowane niekiedy zasuszanie całych owoców z zawartymi w nich pestkami (15, 101, 115). Do tej grupy przyczyn zamierania nasion należy również przesuszenie pestek poniżej pewnej optymalnej wartości. Wartość ta według dotychczasowych badań wynosi 15–24% wilgotności jeśli pestki mają być przechowywane luzem (5,101), 10–11% natomiast, gdy przewidziane jest przechowywanie pestek w temperaturze 2°–10°C i przy 50–55% wilgotności względnej powietrza (98,99). Wszystkie te zabiegi albo zabijają całkowicie nasiona, albo też osłabiają ich zdrowotność względnie też przy utrzymanej na początkowym poziomie zdrowotności zwiększają radykalnie procent nasion przelegujących.

Kontrola stanu zdrowotności stała się możliwa dzięki opracowaniu dogodnych metod, opartych o barwienie zdrowych względnie zamierających lub martwych części nasion i zarodków przy pomocy odpowiednich barwników (65, 81). Jedną z tych metod, polegającą na użyciu indygokarminu stosowano w niniejszej pracy (63, 81, 114).

Podstawową przyczyną obniżenia zdolności kiełkowania nasion lub też całkowitego powstrzymywania się nasion pestkowych od kiełkowania są niewłaściwie dobrane warunki cieplne podczas trwania powszechnie stosowanego w praktyce szkółkarskiej zabiegu zwanego stratyfikacją. Polega on na wymieszaniu pestek z wilgotną mieszaniną piasku z torfem, z piaskiem względnie z torfem czy mchem i umieszczenie zbiorników z tak sporządzoną mieszaniną w warunkach odpowiedniej dla ustępowania spoczynku temperatury przy dostępie powietrza. Inne sposoby będą w stosunku do stratyfikacji odgrywały zawsze rolę pomocniczą. Niektóre z nich, jak np. trawienie skorup pestek stężonym kwasem siarkowym (54, 55, 56), moczenie pestek w roztworach różnych związków chemicznych (56, 111, 130), czy też mechaniczne uszkodzanie skorup (56) okazały się dla nasion pestkowych prawie zawsze bezskuteczne. Moczenie pestek przez dobę lub dwie w chłodnej wodzie przed stratyfikacją miało niekiedy korzystne skutki (57), moczenie pestek lub wyjętych z nich nasion w roztworach giberelin nie dawało zadowalających rezultatów (24, 36, 40, 43). W przypadku brzoskwini i moreli duże korzyści przynosi stratyfikowanie nasion wyjętych z pestek (14, 17, 20, 83, 84), metoda ta jest jednak w praktycznym zastosowaniu zbyt kłopotliwa. Na uwagę zasługuje opracowana przez Gurgeniadze (44) metoda szybkiego wywoływania pęknięcia

pestek przed stratyfikacją czy jesiennym wysiewem, nazwana przez niego „termizacją pestek“.

Dotąd nie znaleziono żadnego nowego środka czy sposobu, który zapewniałby w sposób niezawodny nie tylko kiełkowanie nasion, ale i w pełni prawidłowy wzrost i rozwój siewek. Podstawowym sposobem zapewniającym zarówno likwidację stanu spoczynku nasion, jak i równoczesne przewyciężenie spoczynku zarodka pozostaje dla gatunków z podrodziny *Prunoideae* nadal naturalna czy sztuczna stratyfikacja w odpowiednich warunkach termicznych. W warunkach naturalnych zachodzi ona w górnej, umiarkowanie wilgotnej warstwie gleby lub ściółki. W praktyce szkółkarskiej stratyfikację przeprowadza się w warunkach sztucznych, w miarę możliwości kierowanych i kontrolowanych przez szkółkarza. Warunki cieplne takiej stratyfikacji i czas jej trwania są dla poszczególnych gatunków przedmiotem licznych badań i eksperymentów. Wyniki tych badań są często sprzeczne, tak pod względem warunków cieplnych jak i czasu oddziaływania temperatur uznanych za optymalne dla przebiegu procesu ustępowania spoczynku nasion danego gatunku. Podczas dokonywania przeglądu literatury, dotyczącej chłodnej stratyfikacji 23 gatunków z rodzaju *Prunus* L. natrafiałem często na wyniki prac różnych autorów zgodne lub zbliżone, nierzadko jednak również na zupełnie odmienne i nieporównywalne (3, 6, 13, 15, 18, 20, 25, 34, 41, 42, 49, 53, 55, 60, 62, 66, 70, 75, 82, 89, 101, 102, 107, 112, 115, 120, 121).

Mała skuteczność wyłącznie chłodnej stratyfikacji jest przyczyną podejmowania badań nad innymi wariantami tego zabiegu. Do modyfikacji stratyfikacji chłodnej należy zaliczyć szereg sposobów opracowanych przez różnych autorów w ostatnich latach: stratyfikację w lodzie (9), stratyfikację w cyklicznie zmienianej temperaturze (53, 56), stratyfikację chłodną z następującym po niej mrożeniem pestek (45, 46, 53, 91, 92, 93, 95, 118, 119), wreszcie stratyfikację stopniowaną, polegającą na poprzedzeniu normalnej stratyfikacji chłodnej (0° — 5°C) stratyfikacją w temperaturze podwyższonej (20° — 25°C). Ta ostatnia metoda znalazła zastosowanie dla nasion szeregu gatunków roślin drzewiastych z następujących rodzajów: *Aralia*, *Arctostaphylos*, *Chionanthus*, *Cornus*, *Fraxinus*, *Halesia*, *Hamamelis*, *Juniperus*, *Lindera*, *Lonicera*, *Morus*, *Paeonia*, *Ribes*, *Sambucus*, *Symphoricarpos*, *Taxus*, *Tilia*, *Viburnum* i *Zanthoxylum* (120). W obrębie rodziny *Rosaceae* można ją z powodzeniem stosować dla nasion niektórych gatunków z rodzajów: *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Prunus*, *Rhodotypos*, *Rosa*, *Rubus* i *Sorbus* (19, 90, 97, 120). Jak wynika z tab. 1, na której przedstawiono dane uzyskane dla nasion z tych rodzajów, chodzi tu wyłącznie o stratyfikację stopniowaną z długotrwałą, ciepłą stratyfikacją wstępną. W interesującym nas rodzaju *Prunus* korzystny wpływ takiej ciepło-chłodnej stratyfikacji ustalono dotąd dla pestek 3 gatunków (tab. 1). Autorzy, którzy w badaniach swoich uwzględniali ciepło-chłodny układ warunków termicznych stratyfikacji z krótkotrwałym okresem ciepłym (53, 79, 121), sygnalizują korzystny wpływ takiego zabiegu i dla nasion kilku innych

Tabela 1

Warunki cieplne stratyfikacji stopniowanej nasion różnych gatunków z rodziny *Rosaceae*
 Temperature conditions of the warm followed by cold stratification of seeds of various species
 belonging to the family *Rosaceae*

Rodzaj i gatunek	Okres ciepły		Okres chłodny		Źródło lub autor
	temp. °C	dni	temp. °C	dni	
<i>Cotoneaster divaricata</i>	14–25	90–120	1–5	90–120	Crocker 1948
„ <i>horizontalis</i>	14–25	90–120	1–5	90–120	„ „
<i>Crataegus crus-galli</i>	25	120	5	180	„ „
„ <i>flava</i>	25	120		180	„ „
„ <i>mollis</i>	21–26,6	szereg tygodni	5	75–90	Woody-Pl. Seed Manual 1948
„ <i>oxyacantha</i>	25	90	5	180	Crocker 1948
„ <i>punctata</i>	25	120	5	180	„ „
„ <i>rotundifolia</i>	25	120	5	180	„ „
<i>Prunus padus</i>	20–30	90	5	60	Woody-Pl. Seed Manual 1948
„ <i>pennsylvanica</i>	20–30	60	5	90	„ „
„ <i>pumila</i> var. <i>susquehannae</i>	20–30	60	5	120	„ „
<i>Rhodotypos scandens</i>	25–30	30	5	90	Crocker 1948
<i>Rosa blanda</i>	20–30	60	5	60	Woody-Pl. Seed Manual 1948
„ <i>canina</i>	ciepła szklarnia	60	–2 do 0	60	Rowley 1953
<i>Rubus idaeus</i>	20–30	90	5	90	Woody-Pl. Seed Manual 1948
„ <i>occidentalis</i>	20–30	90	5	90	„ „
„ <i>hybr.</i>	21–24	49–56	2,2	90–150	Scott & Ink 1957
<i>Sorbus americana</i>	20–30	90	5	90	Woody-Pl. Seed Manual 1948
„ <i>decora</i>	20–30	90	5	90	„ „

gatunków z rodzaju *Prunus*. Wyniki te uzyskali oni dzięki przypadkowemu i marginesowo potraktowanemu zastosowaniu kombinacji warunków ciepłych (79, 121). Tam, gdzie podjęte zostały planowe próby zbadania wpływu ciepło-chłodnej stratyfikacji, nie osiągnięto żadnych wyników z powodu wadliwego zaprojektowania układu doświadczeń, przerwanych jeszcze przed zakończeniem procesu ustępowania spoczynku (53).

W swoich pięcioletnich badaniach nad stratyfikacją stopniowaną (ciepło-chłodną) położyłem główny nacisk na przebadanie efektywności takich układów

temperatur podwyższonych i obniżonych, w których faza ciepła skrócona została do krótkiego odcinka czasu. Uzyskane wyniki dowiodły słuszności i celowości obranego kierunku badań.

II. BADANIA WŁASNE

1. METODYKA

A. CEL BADAN

Zasadniczym celem badań, które rozpoczęto w roku 1956, było ustalenie wpływu stratyfikacji stopniowanej na przebieg procesu ustępowania stanu spoczynku nasion dzikiej czereśni. Brak jakichkolwiek prac (pierwsze dane związane z powyższym tematem opublikował Hildebrandt w 1959 r.) zmuszał mnie do opracowania od podstaw metodycznej strony eksperymentów nad stratyfikacją pestek tego słabo pod względem nasiennym zbadanego gatunku. Taki stan rzeczy spowodował konieczność wykonania, oprócz prac związanych w sposób bezpośredni z tematem, szeregu badań pomocniczych. Całokształt interesującej nas tematyki obejmował w trakcie niniejszej pracy następujące zagadnienia:

1. Stratyfikacja stopniowana

- a) temperatura i czas trwania okresu ciepłego,
- b) temperatura i czas trwania okresu chłodnego.

2. Efektywność stratyfikacji stopniowanej w porównaniu ze stratyfikacją chłodną przy uwzględnieniu różnych wariantów temperatury i czasu trwania okresu ciepłego i chłodnego, sposobu i czasu trwania przechowywania pestek przed stratyfikacją oraz temperatury okresu kiełkowania nasion.

Badane elementy: a) pęknięcie pestek, b) kiełkowanie nasion w obniżonej temperaturze okresu chłodnego, c) kiełkowanie nasion w podwyższonej temperaturze kiełkowni, d) przelegiwanie nasion, e) stan zdrowotności zarodków.

3. Optymalna zawartość wody w całych pestkach i w zawartych w nich nasionach podczas przechowywania materiału nasiennego przed stratyfikacją.

4. Efektywność stratyfikacji chłodnej i stopniowanej przy zastosowaniu następujących wariantów okresu chłodnego:

- a) temperatura stała,
- b) temperatura zmienna w cyklu dobowym,
- c) temperatura piwnicy podlegająca powolnym zmianom.

5. Wskaźniki stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion.

6. Efektywność metody stratyfikacji stopniowanej zastosowanej w porównaniu ze stratyfikacją chłodną do nasion różnych gatunków z podrodziny *Prunoideae* przy uwzględnieniu wariantów okresu chłodnego podanych w punkcie 4.

B. MATERIAŁ

Do badań używano stale nasion świeżych, tzn. pozyskanych w ostatnim okresie wegetacji. Pochodziły one z różnych źródeł, zarówno od zbieraczy pozys-

kujących nasiona z dziko rosnących drzew w rejonach masowego, naturalnego występowania (dzika czereśnia z Podkarpacia i Karpat), jak też z sadzonych drzew niewiadomego pochodzenia. Szereg partii uzyskano za pośrednictwem Centrali Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa w Poznaniu (w skrócie: CNOS).

Nasiona dzikiej czereśni z drzew oznaczonych numerami pochodzą z matcznika nasiennego Zakładu Dendrologii i Pomologii PAN w Kórniku k. Poznania. Drzewa te zostały wyselekcjonowane przez A. Wróblewskiego z populacji siewek, które przetrwały bez uszkodzeń niezwykle surową zimą 1939/40 r. Pochodzenia nasion, z których powstała ta populacja nie udało się ustalić.

Poniżej podaję wykaz wszystkich partii nasiennych, użytych do badań w niniejszej pracy.

Prunus avium L. — dzika czereśnia

Zbiór 1956 r.

- Dzika czereśnia — Boratyn, pow. Jarosław, zbiór z wielu drzew, zbierał St. Sz wajczak.
- Dzika czereśnia — Baryczka, pow. Strzyżów n. Wisłokiem, zbiór z wielu drzew, zbierał H. Pięciak.
- Dzika czereśnia — Baryczka, pow. Strzyżów n. Wisłokiem, zbiór z jednego drzewa, zbierał M. Baczewski.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 5, Kórnik k. Poznania.

Zbiór 1957 r.

- Dzika czereśnia — Rzeszów, zbiór z wielu drzew, zbierał H. Pięciak.

Zbiór 1958 r.

- Dzika czereśnia — Lubomierz, pow. Limanowa, zbiór z jednego drzewa, zbierał mgr L. Mróz.
- Dzika czereśnia — Kysihýbel, pow. Banská Štiavnica, Słowacja (ČSSR), zbiór z dwóch drzew, nadesłał inż. Š. Zächej.
- Dzika czereśnia — Jawornik Polski, pow. Rzeszów, zbiór z wielu drzew, zbierał H. Pięciak.
- Dzika czereśnia — CNOS, partia nr 105.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 1, Kórnik k. Poznania.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 4, Kórnik k. Poznania.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 9, Kórnik k. Poznania.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 10, Kórnik k. Poznania.

Zbiór 1959 r.

- Dzika czereśnia — CNOS, partia nr 645.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 1, Kórnik k. Poznania.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 10, Kórnik k. Poznania.
- Dzika czereśnia — drzewo nr 11, Kórnik k. Poznania.

Prunus cerasifera var. *divaricata* Bailey — ałycza

Zbiór 1959 r.

1. Ałycza — CNOS, partia nr 739, Płock.
2. Ałycza — CNOS, partia nr 757, Wąbrzeźno.
3. Ałycza — Kórnik k. Poznania, zbiór z wielu krzewów.

Prunus Mahaleb L. — antypka

Zbiór 1959 r.

1. Antypka — CNOS, partia nr 729, Maszewo.
2. Antypka — CNOS, partia nr 648, Poznań.
3. Antypka — CNOS, pochodzenie nieznanne.



Fot. W. Bugala

Prunus avium L. — pień starego drzewa na górze Bielanka, Nadleśnictwo Łosie (woj. rzeszowskie)

Prunus serotina Ehrh. — czeremcha amerykańska

Zbiór 1959 r.

1. Czeremcha amerykańska — CNOS, partia nr 705, Poznań.
2. Czeremcha amerykańska — CNOS, partia nr 693.
3. Czeremcha amerykańska — CNOS, partia nr 706, Poznań.

Prunus armeniaca L. — morela

Zbiór 1959 r.

1. Morela — drzewo nr 1—43, Kórnik k. Poznania.
2. Morela — drzewo nr DBS—32, Kórnik k. Poznania.
3. Morela — drzewo nr III—7, 4—3, Kórnik k. Poznania.
4. Morela — drzewo nr III—12, 4—8, Kórnik k. Poznania.

Przy omawianiu doświadczeń, poszczególne partie pestek oznaczano skrótami obejmującymi gatunek, pochodzenie, rok zbioru i sposób pozyskania z wielu drzew (miesz.) lub z jednego drzewa (ind.), np. *P. avium* Baryczka 1956, miesz. lub *P. avium* 11, Kórnik 1959, ind.

Materiał nasienny pochodzący wprost od zbieraczy otrzymywałem w stanie poduszonym po pozyskaniu sposobem drelowania owoców. Sposób pozyskania pestek otrzymanych za pośrednictwem CNOS nie jest mi znany. Materiał własny pozyskiwano zawsze w stanie dojrzałości konsumpcyjnej owoców. Pestki wydobywano z miąższu niezwłocznie po zbiorze owoców. Po dokładnym oczyszczeniu z resztek miąższu przez przecieranie i płukanie, suszono pestki w miejscu zacienionym do powietrznej, stałej wagi. Podsuszono pestki przechowywano w workach w chłodnych i suchych pomieszczeniach piwnicznych lub w zamkniętych hermetycznie butelkach napełnionych do połowy, umieszczonych w temperaturze 3°C. Pestki otrzymane ze źródeł obcych przechowywano po otrzymaniu w podobnych warunkach.

C. URZĄDZENIA

Temperaturę stałą 20°C i 25°C zapewniały termostaty z płaszczem wodnym pracujące z dokładnością $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Temperatury obniżone 1°, 3°, 6° i 9°C uzyskiwano w lodówkach, w których temperatura podlegała stałym cyklicznym wahaniom w granicach $\pm 0,5^\circ\text{C}$ w stosunku do żądanej temperatury. Od roku 1958 lodówki były wyposażone w wentylatory stale działające, co zapewniło lepsze wyrównanie różnic temperatur na różnych poziomach w wewnętrznych komorach lodówek.

Pęknięcie pestek i kiełkowanie nasion kontrolowano w warunkach obniżonej temperatury stratyfikacji (patrz poniżej). Początkowo wykonywano również próby kiełkowania nasion wyjmowanych z stratyfikacji w odstępach 3-tygodniowych, w kiełkowni. W sezonie 1956/57 r. temperatura kiełkowni wahała się cyklicznie w sposób następujący: 8 godzin +23°C, 16 godzin +13°C. Negatywne wyniki prób kiełkowania w takich warunkach ciepłych skłoniły mnie do zastosowania w sezonie 1957/58 r. stałej temperatury kiełkowni 13°C. Zdolność kiełkowania określano po 40 dniach próby kiełkowania w piasku. W następnych latach zrezygnowałem z prób kiełkowania w podwyższonych temperaturach kiełkowni, ponieważ stało się oczywiste, że optymalne warunki ciepłe dla kiełkowania nasion dzikiej czereśni znajdują się w zakresie temperatur obniżonych, zwłaszcza w 3°C.

Do pomiarów konduktometrycznych używano solomierza ASB 55 wykazującego od razu odsetek popiołu w badanym roztworze.

D. METODY

Oznaczanie stanu zdrowotności zarodków

Stosowano metodę barwienia roztworem indygokarminu. Do każdej próby używano 3×100 lub 3×50 nasion. Nasiona wydobyte z pestek moczone przez 24 godziny w wodzie destylowanej o temperaturze pokojowej, po czym wyjmowano zarodki z okryw nasiennych i umieszczano w roztworze indygokarminu o stężeniu 1:2000 na przeciąg 2 godzin w temperaturze pokojowej.

Za zdrowe uznawano zarodki nie zabarwione lub wykazujące jedynie niewielkie, zabarwione plamy na końcowych połowach liścieni. Wszystkie pozostałe zarodki traktowano jako niezdolne do kiełkowania.

W początkowej fazie pracy śledzono przebieg zmian stanu zdrowotności podczas stratyfikacji w odstępach 3-tygodniowych, w roku 1957 oceny stanu zdrowotności zarodków przeprowadzono jedynie na początku i końcu stratyfikacji lub w przypadku stratyfikacji stopniowanej na początku i końcu każdej fazy cieplnej. Ponadto we wszystkich wariantach oceniano zdrowotność zarodków w jednym terminie pośrednim podczas stratyfikacji w obniżonej temperaturze. W latach 1958–1959 we wszystkich kombinacjach cieplnych wykonywano oceny stanu zdrowotności zarodków jedynie na początku i końcu okresu stratyfikacji.

Określenie procentu wilgotności

Określano oddzielnie wilgotność skorup pestek i samych nasion, wilgotność całych pestek wynikała z obliczeń. Do oznaczania wilgotności korzystano z metody suszenia. Badany materiał suszono przez 1 dobę w temperaturze 105°C. Obliczony procent wody odnoszono zawsze do świeżej masy.

W sezonie 1959/60 r. przeprowadzono bardziej szczegółowe badania nad wilgotnością całych pestek, skorupki i samych nasion czereśni dzikiej. Wilgotność określano wielokrotnie podczas trwania procesu ustępowania spoczynku, począwszy od pestek podsuszonych z uspiętymi zarodkami, a skończywszy na nasionach silnie skielkowanych (8 terminów). W każdym z 8 terminów dzielono stratyfikowane pestki na różne grupy, reprezentujące obecne w danej fazie typy pestek względnie nasion: pestki całe, słabo i silnie pęknięte, nasiona słabo skielkowane z korzonkiem do 3 mm długości i nasiona silnie skielkowane z korzonkiem długim na 3–15 mm. Przy określaniu stopnia wilgotności samych nasion oznaczano oddzielnie zarodki i należące do nich okrywy nasienne (bielmo i łupina nasienna). Wszystkie oznaczenia wykonywano w 4 powtórzeniach po 20 pestek (skorupki, zarodków, okryw) w każdym.

Niezależnie od opisanych powyżej badań określano w sezonie 1959/60 r. procent wilgotności samych nasion i całych pestek dla wszystkich 5 badanych gatunków: czeremchy amerykańskiej, antypki, ałyczy, moreli i dzikiej czereśni. Celem tych badań było określenie stanu wilgotności pestek i zawartych w nich nasion po okresie przechowywania poprzedzającym stratyfikację. Cztery gatunki były reprezentowane przez 3 próbki, jeden przez 2 próbki pestek, każda próbka w zasadzie przez 3, niekiedy jednak przez 2 lub 4 powtórzenia po 20–50 pestek. Wykorzystanie pestek z tych samych partii do doświadczeń nad stratyfikacją umożliwiło powiązanie danych dotyczących stanu wilgotności z danymi obrazującymi kiełkowanie tych samych nasion.

Stratyfikacja

Jako podłoże stratyfikacji stosowano mieszaninę składającą się z przemytego, średnioziarnistego piasku i dokładnie zwilżonego torfu ogrodniczego przetartego uprzednio przez sito o oczkach 4 mm. Obydwa składniki mieszano w stosunku objętościowym 1:1. Za standard uważano taki stopień nawilgocenia, przy którym po ściśnięciu mieszaniny w garści woda pojawiła się między palcami, lecz nie wyciekała. Stan taki utrzymywano przez cały okres trwania stratyfikacji.

Pestki po zmieszaniu z podłożem w stosunku objętościowym 1:3 wsypany do szklanych słoików. Mieszaninę w każdym słoju nakrywano warstwą wilgotnego mchu. Słoje ustawiano w termostacie, lodówce względnie w piwnicy.

Kontrola pęknięcia pestek i kiełkowania nasion

Podczas stratyfikacji w temperaturze podwyższonej pestek nie kontrolowano. Wszystkie oznaczenia kontrolne wykonywano wyłącznie podczas stratyfikacji chłodnej bez względu na to, czy była ona poprzedzona fazą stratyfikacji cieplej. Kontrole wykonywano w 3-tygodniowych

odstępach czasu, przy czym pierwsza przypadła na pierwszy dzień stratyfikacji chłodnej. Mieszaninę odsiewano, pozostałe na sicie pestki lub kiełkujące nasiona płukano w strumieniu wody. Po oczyszczeniu ustalono ilość pestek pękniętych i nasion skielkowanych oraz zepsutych. Za pęknięte uważano te wszystkie pestki, u których wzdłuż szwu widoczna była nawet wąska szczelina. Warunkiem zaliczania do grupy nasion skielkowanych podczas stratyfikacji było rozsadzenie skorupy pestki przez kiełkujące nasienie i przebicie okryw nasiennych przez wydłużający się korzeń zarodka. Do grupy tej zaliczano nasiona z korzonkiem nie krótszym niż 3 mm.

Po przeprowadzeniu kontroli rejestrowano wynik, nasiona skielkowane i zepsute usuwano, a pozostałe całe oraz ewentualnie pęknięte nasiona mieszano ponownie z podłożem, wsypywano z powrotem do słoja, a po nakryciu mchem umieszczano w przewidzianych planem doświadczenia warunkach termicznych. W razie potrzeby dodawano do mieszaniny wody, aby nie dopuścić do jej przeschnięcia. Czynność tę trzeba było w temperaturze 3°C powtarzać mniej więcej co 6 tygodni. Częściej trzeba było zwilżać warstwę mchu.

Opisane powyżej zabiegi zabezpieczały równomierną wilgotność mieszaniny stratyfikacyjnej, nie dopuszczając równocześnie do przesychania nasion. Przesiewanie przez sita zapewniało przewietrzanie mieszaniny i samych pestek (nasion).

W początkowej fazie pracy wykonywano, jak już wspomniano, oprócz opisanych powyżej czynności kontrolnych, jeszcze próby kiełkowania nasion w kielkowni, powtarzane co 3 tygodnie. Z danej próby wybierano losowo odpowiednie ilości pestek, odrzucono po przeliczeniu i zanotowaniu nasiona kiełkujące, a pozostałe całe i pęknięte pestki wysiewano do skrzynek z piaskiem na głębokości 1 cm. Obserwacje kiełkowania w skrzynkach dokonywano po 20, 40 i 60 dniach, za skielkowane uważano te nasiona, u których ponad powierzchnią piasku pojawiły się co najmniej liścienie.

Stosowane układy doświadczeń nad stratyfikacją

W sezonach 1956/57 i 1957/58 r. wykonywano doświadczenia orientacyjne, charakteryzujące się dużą ilością kombinacji warunków cieplnych, przy czym każda była reprezentowana przez jedno tylko powtórzenie. W okresie tym zbadano 59 różnych kombinacji. Elementami zmiennymi były w nich temperatury i okresy ich działania. Po wyciągnięciu wstępnych wniosków z tych doświadczeń ustalono prawdopodobnie optymalną kombinację warunków cieplnych (14 dni stratyfikacji w temperaturze 20°C, po niej stratyfikacja chłodna w temperaturze 3°C). Sezony 1958/59 r. i 1959/60 r. poświęcono na szczegółowe badania mające na celu uzyskanie pewności co do słuszności dokonanego wyboru warunków cieplnych. W doświadczeniach tego okresu uwzględniono zagadnienie wieku nasion, sposób ich przechowywania, pochodzenie od pojedynczych drzew lub z drzewostanów. Szczególną uwagę zwrócono na objęcie doświadczeniami materiału nasiennego pochodzącego z różnych rejonów geograficznych. Po uzyskaniu obiecujących wyników w sezonie 1958/59 r., przeprowadzono w sezonie następnym badania metodyczne nad możliwością zastosowania podanej powyżej optymalnej kombinacji standardowej również dla stratyfikacji pestek innych gatunków z rodzaju *Prunus*. W badaniach tych wzbogacono chłodną fazę stratyfikacji stopniowanej o nowe, nie zbadane dotąd w pracy warianty temperatury.

W doświadczeniach orientacyjnych wybierano w 3-tygodniowych odstępach czasu z dużych partii zastratyfikowanych pestek losowo próbki do oceny zdrowotności (3 × 50) i do prób kiełkowania w kielkowni (3 × 50). Ponadto na innej losowo wybranej próbce liczącej 150 (3 × 50) pestek określano co 3 tygodnie procentowy udział pestek pękniętych i nasion kiełkujących podczas stratyfikacji.

W doświadczeniach sezonu 1958/59 r. każda kombinacja doświadczalna była reprezentowana przez 3 powtórzenia po 300 nasion każde. W sezonie następnym zmniejszono liczbę nasion w powtórzeniu do 50, liczbę powtórzeń natomiast zwiększono do czterech. Podczas przeglądów kontrolnych sprawdzano stan wszystkich pestek każdego powtórzenia. Nasiona skielkowane i zepsute usuwano po zarejestrowaniu. Przez dodawanie liczb, oznaczających ilości nasion kiełkujących

w 3-tygodniowych odcinkach czasu, uzyskiwano wgląd w aktualny do danego momentu stan liczebny skielkowanych nasion.

O przyjęciu takiej metody zdecydowały spostrzeżenia poczynione podczas badań wstępnych. Okazało się bowiem, że przetrzymywanie kiełkujących nasion w środowisku stratyfikacyjnym powodowało po pewnym czasie ich przerastanie i psucie się, a to obniżało wiarygodność prób losowych dokonywanych przy okresowych kontrolach.

Liczebność nasion użytych w ostatnim etapie badań (4×50) okazała się całkowicie wystarczająca i zezwalała na statystyczne opracowanie uzyskanych wyników. Warto tu nadmienić, że Hildebrandt (53) przeprowadzał swe doświadczenia przy czterech powtórzeniach po 25 nasion każde.

W doświadczeniach nad określaniem aktywności katalazy i oznaczaniem przewodności elektrycznej posłużono się w niniejszej pracy układem: 4 powtórzenia po 30 nasion każde.

Przyjęta metoda statystyczna

Wyniki wszystkich badań przeprowadzonych w sezonach: 1958/59 r. i 1959/60 r. poddano analizie statystycznej. W tym celu obliczono dla każdej kombinacji warunków cieplnych średnie arytmetyczne z liczb reprezentujących procenty nasion skielkowanych w poszczególnych powtórzeniach, średnie te były przedmiotem dalszych obliczeń. Wszystkie kombinacje doświadczalne porównywano po upływie 27 (względnie 33) tygodni przebywania nasion w obniżonej temperaturze. W kombinacjach ciepło-chłodnych początek tego okresu wyznaczał moment przejścia z temperatury podwyższonej na obniżoną. Przy porównywaniu średnich, reprezentujących poszczególne kombinacje cieplne w obrębie każdej partii nasion, zestawiono rzeczywiste różnice między poszczególnymi średnimi z najmniejszą różnicą udowodnioną dla danej pary średnich. W obliczeniach posługiwano się następującymi wzorami:

Wzór na istotność różnicy zachodzącej między dwiema średnimi arytmetycznymi:

$$(1) \quad D \geq t \cdot s_d$$

gdzie D = różnica średnich arytmetycznych

t = współczynnik t Studenta przy poziomie ufności P

s_d = błąd standardowy różnicy (= średni błąd różnicy średnich arytmetycznych)

$t \cdot s_d$ = najmniejsza różnica udowodniona przy poziomie ufności P

Wzór na błąd standardowy różnicy:

$$(2) \quad s_d = \sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

gdzie s_d = jak wyżej

s^2 = wariancja

n_1, n_2 = liczebności powtórzeń stanowiących podstawę obliczania średnich arytmetycznych \bar{x}_1 i \bar{x}_2

Wzór na wariancję:

$$(3) \quad s^2 = \frac{\left[\sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n_1} \right] + \left[\sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n_2} \right]}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

gdzie s^2 = jak wyżej

x_1, x_2 = wartości powtórzeń stanowiących podstawę obliczania porównywanych średnich arytmetycznych \bar{x}_1 i \bar{x}_2

n_1, n_2 = jak wyżej

$n_1 - 1$ = ilość stopni swobody dla średniej \bar{x}_1

$n_2 - 1$ = ilość stopni swobody dla średniej \bar{x}_2

Wobec przyjęcia poziomu ufności $P = 95\%$, wartość współczynnika t wynosiła 2,447 przy 6 stopniach swobody względnie 2,776 przy 4 stopniach swobody.

Metoda powyższa zezwala na tworzenie i porównywanie dowolnych par średnich reprezentujących poszczególne kombinacje danego doświadczenia, dla każdej pary należy ustalać oddzielnie istotność ich różnicy. Stosunki zachodzące między wszystkimi możliwymi parami kombinacji dowolnego doświadczenia przedstawiono sposobem graficznym. Pozwoliło to na lepsze uwidocznienie efektywności różnych sposobów stratyfikacji w obrębie grup kombinacji warunków cieplnych o zbliżonych układach oraz na dokonywanie porównań międzygrupowych. Tak na przykład w każdym doświadczeniu sezonu 1959/60 r. można porównać stosunki zachodzące wewnątrz „chłodnych“ i „ciepło-chłodnych“ grup kombinacji stratyfikacji. Możliwe jest również porównywanie dowolnej kombinacji z grupy „chłodnej“ z dowolną kombinacją z grupy „ciepło-chłodnej“. Największe znaczenie ma jednak możliwość porównania kombinacji jednej i drugiej grupy odpowiadających sobie pod względem układu temperatur w okresie oddziaływania temperatury obniżonej. Przy pomocy ilorazu

$$x = \frac{\% \text{ nasion skielkowanych podczas stratyfikacji stopniowanej}}{\% \text{ nasion skielkowanych podczas stratyfikacji chłodnej}}$$

wyrażano stopień skuteczności obydwu metod przy identycznym układzie warunków termicznych w okresie chłodnym (współczynnik skuteczności).

Oznaczanie aktywności katalazy

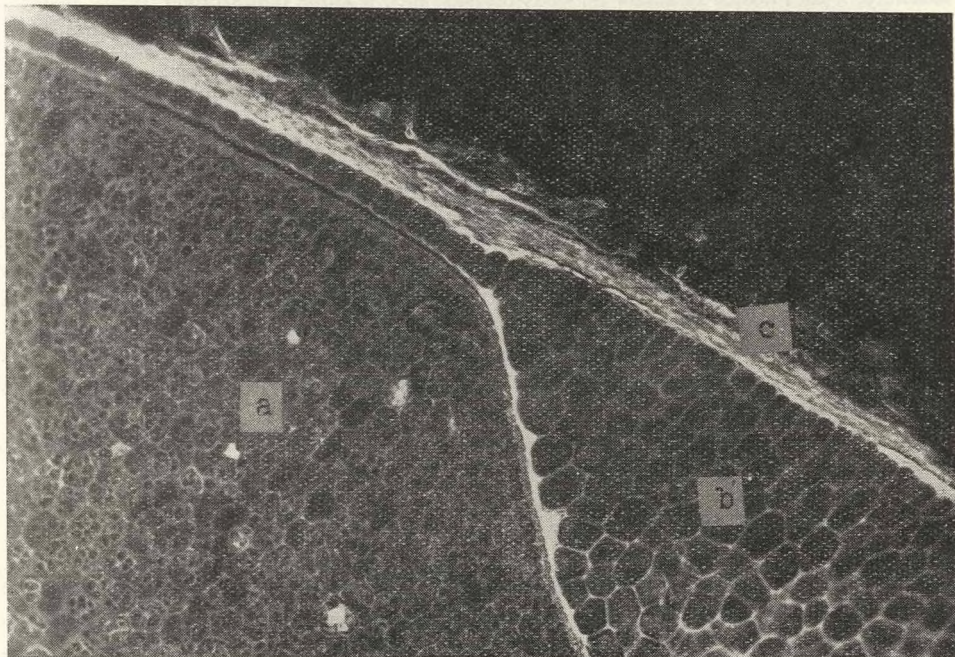
Aktywność katalazy w wodnych wyciągach z tkanek bielma (wraz z łupiną nasienną) i zarodka oznaczano metodą Eulera i Josephsona (12). Polega ona na wyznaczeniu wartości „stałej jednocząstkowej“ dla czasu zerowego (na początku reakcji), w którym to momencie rozkład nadtlenku wodoru (H_2O_2) jest proporcjonalny do stężenia enzymu. Jak już wspomniano powyżej, każde oznaczenie wykonywano w 4 powtórzeniach, po 30 zarodków lub 30 okryw nasiennych z tych zarodków w każdym.

Materiał roślinny przygotowywano do oznaczeń w sposób następujący: w terminie doświadczenia wybierano pestki (nasiona) z stratyfikacji, dzielono je na odpowiednie grupy: pestki całe, pestki słabo pęknięte, pestki silnie pęknięte, nasiona kielkujące z korzonkiem nie dłuższym niż 3 mm oraz nasiona skielkowane z korzeniem nie dłuższym niż 15 mm.

Pierwsze oznaczenia wykonano na materiale całkowicie uśpionym przed samą stratyfikacją. Następne oznaczenia przeprowadzono w miarę postępowania procesu pęknięcia i pojawiania się coraz większej liczby nasion skielkowanych w mieszaninie stratyfikacyjnej. Rozbijanie każdej partii analizowanych nasion na poszczególne grupy miało na celu uchwycenie zmian aktywności katalazy zarówno w poszczególnych grupach, jak i na poszczególnych etapach procesu ustępowania stanu spoczynku.

Nasiona wyjmowano z pestek po rozkruszeniu skorup, po czym moczone je przez 24 godzin w wodzie destylowanej o temperaturze $20^\circ C$. Po namoczeniu oddzielano zarodki od okryw, jedne i drugie rozcierano w moździerzkach w 5 ml wody destylowanej z dodatkiem 1 cm^3 sproszkowanego szkła jenajskiego dla ułatwienia homogenizacji twardych tkanek. Następnie dodawano do każdej próbki 45 ml wody destylowanej oziębionej do $3^\circ C$, a moździerzki z całą zawartością umieszczano w lodówce w temperaturze około $0^\circ C$ na 8 godzin. Celem opisanych czynności było przeprowadzenie katalazy z tkanek do roztworu.

Tak przygotowany materiał używano do oznaczeń. Po przeniesieniu do pracowni przetrzymywano roztwory w wanienkach z mieszaniną wody z lodem.



Fot. A. Hejnowicz

Przekrój poprzeczny przez liścień (a), bielmo (b) i powstałą z integumentów i resztek nucellusa łupinę (c) nasienia dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.). Powiększenie $\times 186$ (negatyw)

Po 1 ml danego roztworu zawierającego katalazę dodawano do zlewek z 30 ml ochłodzonego do 0°C około 0,01 — normalnego zbuforowanego roztworu H_2O_2 o $\text{pH} = 6,8$. Po zmieszaniu pobierano natychmiast 5 ml mieszaniny reakcyjnej i miareczkowano 0,005 — normalnym roztworem KMnO_4 w obecności 5 ml 2-normalnego H_2SO_4 . Następne próbki po 5 ml pobierano z mieszaniny reagującej w odstępach 3-minutowych, tj. po 3, 6, 9 i 12 minutach i miareczkowano w identyczny sposób.

Ilość roztworu KMnO_4 zużytego do miareczkowania była miarą stężenia nie rozłożonego przez katalazę nadtlenku wodoru. Uzyskane wartości liczbowe podstawiano do równania stałej jednocząsteczkowej:

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{(a-x)}$$

gdzie: t = czas mierzony w minutach

a = stężenie substratu w czasie 0 (w ml 0,005 n KMnO_4)

$(a-x)$ = stężenie substratu po czasie t (w ml 0,005 n KMnO_4).

Wyliczone wartości nanoszone na wykres (odcięta — czas, rzędna — wartości K), z którego po przedłużeniu linii łączącej uzyskane punkty odczytywano na osi rzędnych wartość stałej jednocząsteczkowej K dla czasu zerowego. Z wartości K_0 każdej czwórki powtórzeń obliczano średnią arytmetyczną, średnie te stanowiły podstawę dla dokonywania dalszych porównań.

Pomiar przewodności elektrycznej

Równocześnie z określaniem aktywności katalazy wykonywano na podobnie dobranym materiale nasiennym doświadczenia nad egzoosmozą elektrolitów przenikających tak z tkanek okryw

nasiennych, jak i tkanek zarodków do wody destylowanej, w której umieszczono badany materiał. Przez okrywy nasienne należy i tu rozumieć bielmo wraz z resztkami nucellusa i cienką lupiną nasienną, której nie sposób oddzielić od bielma.

Oznaczenia wykonywano w 4 powtórzeniach, po 30 zarodków względnie okryw nasiennych w każdym.

Pestki (nasiona) wybierano w określonych terminach z medium stratyfikacyjnego i dzielono na grupy według poszczególnych faz procesu kiełkowania. Z pestek wyjmowano nasiona, które moczo w wodzie destylowanej o temperaturze 6°C przez 24 godziny. Po namoczeniu oddzielano zarodki od okryw nasiennych, jedne i drugie umieszczane oddzielnie w zlewkach z 30 ml wody destylowanej w temperaturze 20°C na dalsze 24 godziny. W tym okresie następowało przenikanie elektrolitów z tkanek do wody (egzoosmoza). Przewodność elektryczną uzyskanych w ten sposób roztworów mierzono przy pomocy konduktometru typu ASB 55 ze skalą w jednostkach umownych, wyrażających % popiołu w badanym roztworze. Dla kontroli określano równocześnie przewodność wody destylowanej, używanej do badań nad egzoosmozą. Wszelkie pomiary wykonywane były w temperaturze 20°C.

Z danych otrzymanych dla poszczególnych powtórzeń obliczano średnie arytmetyczne, reprezentujące nasiona przechodzące kolejne fazy procesu kiełkowania.

2. PRZEBIEG I WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Celem doświadczeń wstępnych było uzyskanie danych, na podstawie których można byłoby zaprojektować i przeprowadzić badania szczegółowe. Doświadczenia wstępne cechowała duża ilość kombinacji i ich wariantów opracowanych zawsze w jednym tylko powtórzeniu. Doświadczenia wchodzące w zakres badań szczegółowych oparto na niewielkiej ilości kombinacji reprezentowanych początkowo przez 3, potem przez 4 powtórzenia. Przyjętą metodę badań opisano w poprzednim rozdziale.

Negatywne często wyniki doświadczeń nad stratyfikacją pestek dzikiej czereśni w stałej, niskiej temperaturze oraz wspomniana na wstępie hipoteza robocza przyczyniły się do tego, że zastosowano stratyfikację składającą się z dwóch okresów: pierwszego — z podwyższoną i drugiego — z obniżoną temperaturą. Dla takiej stratyfikacji przyjęto nazwę stratyfikacji stopniowanej. Projektując taki typ układu warunków cieplnych, wzięto pod uwagę spotykane w polskim obszarze zasięgu czereśni warunki termiczne klimatu glebowego, uwzględniono jednak również momenty natury technicznej i ekonomicznej. Te właśnie momenty narzuciły konieczność uproszczenia do minimum skomplikowanej krzywej przebiegu temperatury glebowej (rys. 24). Kiełkowanie nasion przyjęto jako ostateczny sprawdzian zgodności, która powinna zachodzić między techniczną i przyrodniczą stroną opisywanych tu badań.

A. BADANIA WSTĘPNE NAD STRATYFIKACJĄ PESTEK DZIKIEJ CZEREŚNI

Krótką charakterystyka doświadczeń wstępnych (1 — 6)

Doświadczenie 1

Cel: porównanie stratyfikacji chłodnej nasion świeżych w stałej temperaturze ze stratyfikacją stopniowaną.

Materiał: *P. avium* 5, Kórnik 1956, ind.*, pestki świeże, po pozyskaniu i oczyszczeniu lekko podsuszone.

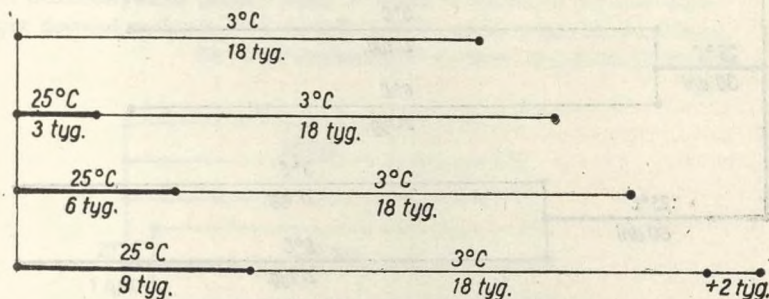
Sposób przechowywania: pestek nie przechowywano.

Początek doświadczenia: 2 sierpnia 1956 r.

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 1).

Elementy badane: a) pęknięcie pestek podczas stratyfikacji, b) kiełkowanie nasion podczas stratyfikacji, c) zdrowotność nasion, d) kiełkowanie nasion w kielkowni z temperaturą zmienną w cyklu dobowym (8 godzin 23°C + 16 godzin 13°C).

Kontrole a, b, c, d przeprowadzano co 3 tygodnie.



Rys. 1. Doświadczenie 1. Schemat warunków termicznych stratyfikacji pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)

Fig. 1. Experiment 1. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

Doświadczenie 2

Cel: sprawdzenie reakcji pestek przechowywanych uprzednio przez około 21 tygodni w stanie podsuszonym na stratyfikację chłodną w 3 różnych stałych temperaturach.

Materiał: doświadczenie przeprowadzono równocześnie na 3 różnych partiach pestek: 1) *P. avium* Boratyn 1956, miesz.***, 2) *P. avium* Baryczka 1956, miesz., 3) *P. avium* Baryczka 1956, ind.

Sposób przechowywania pestek: luzem w workach w chłodnym pomieszczeniu.

Początek doświadczenia: 4 stycznia 1957 r., około 21 tygodni po zbiorze.

Warunki termiczne stratyfikacji: temperatury stałe 3°C, 6°C, 9°C.

Elementy badane: a, b, c, d, jak w doświadczeniu 1.

Kontrole a, b, c, d przeprowadzano co 3 tygodnie.

Doświadczenie 3

Cel: porównanie stratyfikacji chłodnej ze stratyfikacją stopniowaną — pestki przechowywane uprzednio przez około 8 tygodni w stanie podsuszonym.

Materiał: *P. avium* Baryczka 1956, miesz.

Sposób przechowywania pestek: luzem w worku w chłodnym pomieszczeniu.

Początek doświadczenia: 14 września 1956 r., około 6½ tygodnia po zbiorze.

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 2).

Elementy badane: a, b, c, d, wykonywano jak w doświadczeniach 1–2.

Kontrole a, b, c, d, wykonywano co 3 tygodnie.

Doświadczenie 4

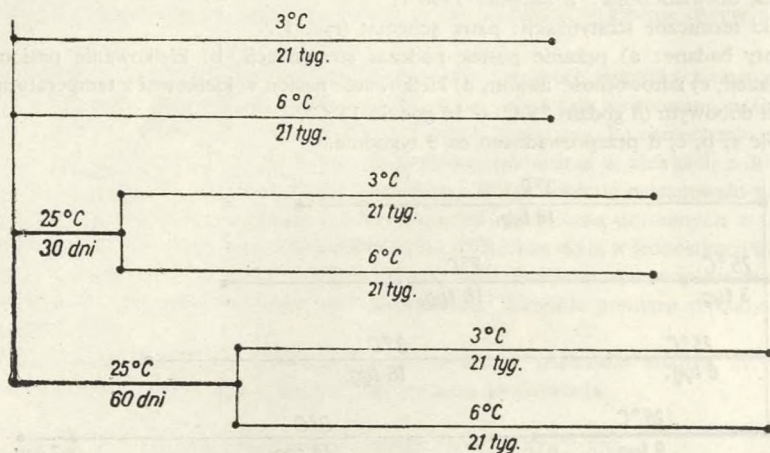
Cel: ustalenie optymalnych warunków termicznych stratyfikacji stopniowanej — pestki przechowywane uprzednio w stanie podsuszonym przez 29 tygodni.

Materiał: *P. avium* Baryczka 1956, miesz.

* ind. — nasiona z drzewa pojedynczego

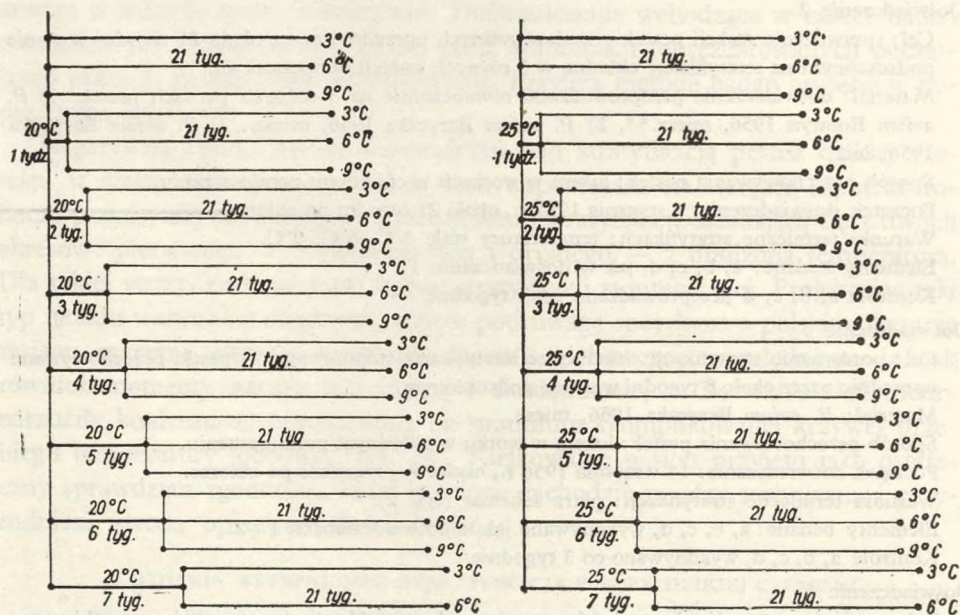
** miesz. — nasiona z wielu drzew

Sposób przechowywania pestek: luzem w worku w chłodnym pomieszczeniu.
Początek doświadczenia: 22 lutego 1957 r., około 29 tygodni po zbiorze.
Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 3).



Rys. 2. Doświadczenie 3. Schemat warunków termicznych stratyfikacji pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)

Fig. 2. Experiment 3. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones



Rys. 3. Doświadczenie 4. Schemat warunków termicznych stratyfikacji pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)

Fig. 3. Experiment 4. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

Elementy badane: a, b, c, d, jak w doświadczeniach 1–3.

Kontrole a, b, d przeprowadzano co 3 tygodnie.

Kontrolę c (ocena stanu zdrowotności nasion) wykonywano na początku doświadczenia, ponadto na początku, w połowie i na końcu okresu stratyfikacji chłodnej.

Doświadczenie 5

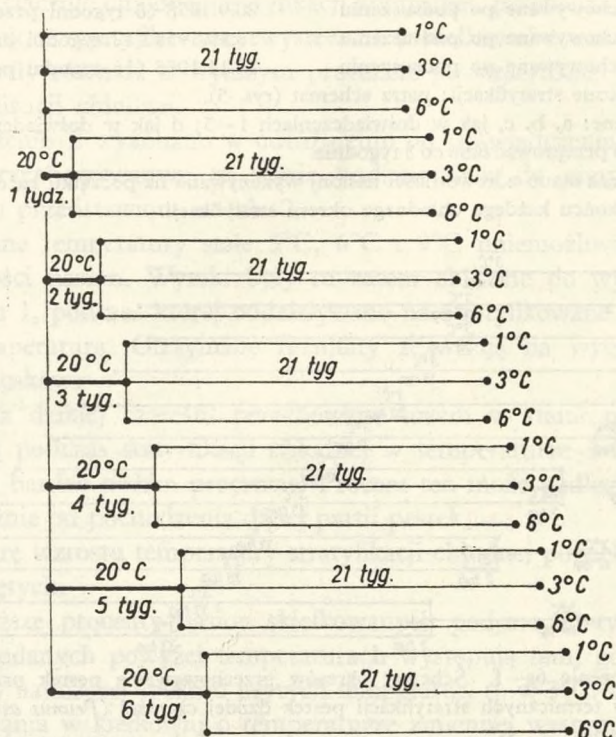
Cel: ustalenie optymalnych warunków termicznych stratyfikacji stopniowanej — pestki przechowywane uprzednio w stanie podsuszonym przez 4 (dośw. 5a) i 10 tygodni (dośw. 5b).

Materiał: *P. avium* Rzeszów 1957, miesz.

Sposób przechowywania pestek: luzem w worku w chłodnym pomieszczeniu.

Początek doświadczenia: 5a — 8 sierpnia 1957 r., około 4 tygodni po zbiorze,

5b — 18 września 1957 r., około 10 tygodni po zbiorze.



Rys. 4. Doświadczenie 5a i 5b. Schemat warunków termicznych stratyfikacji pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)

Fig. 4. Experiment 5a and 5b. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 4).

Elementy badane: a, b, c, jak w doświadczeniach 1–4; kontrole d (próby kiełkowania w kielkowni) w temperaturze 13° — 15°C.

Kontrole a, b, d przeprowadzono co 3 tygodnie.

Kontrole c (ocena stanu zdrowotności nasion) wykonywano na początku doświadczenia, ponadto na początku, w połowie i na końcu okresu stratyfikacji w temperaturze obniżonej.

Doświadczenie 6

Cel: porównanie stratyfikacji chłodnej ze stratyfikacją stopniowaną — pestki świeże: nie podsuszone, podsuszone oraz przechowywane w stanie podsuszonej w obniżonej temperaturze w szczelnie zamkniętych zbiornikach.

Materiał: *P. avium* 10, Kórnik 1958, ind.

Sposób przechowywania pestek: natychmiast po podsuszeniu umieszczano pestki w szczelnie zalakowanych butelkach, wypełniając je do połowy pojemności. Butelki przechowywano w temperaturze 3°C.

Początek doświadczeń:

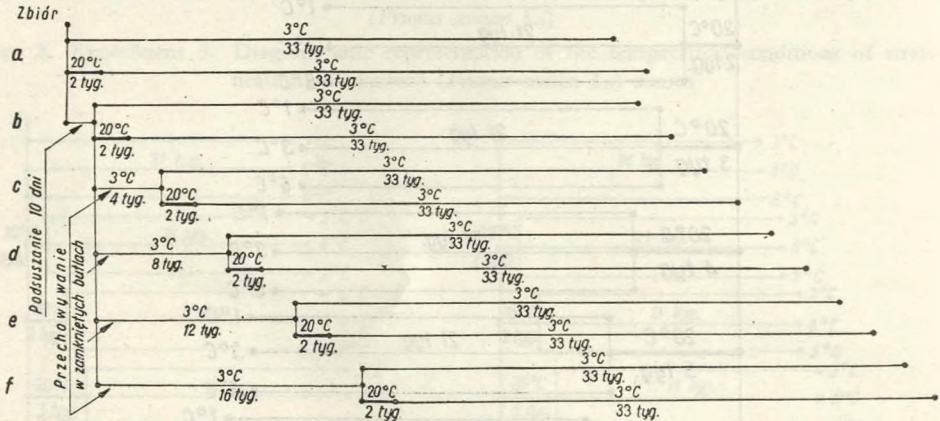
- | | |
|--|---|
| a) pestki świeże | 17.7.1958 (w dniu zbioru), |
| b) pestki podsuszone | 26.7.1958 (po 10 dniach poduszania), |
| c) pestki przechowywane po podsuszeniu | 23.8.1958 (4 tygodnie przechowywania), |
| d) pestki przechowywane po podsuszeniu | 20.9.1958 (8 tygodni przechowywania), |
| e) pestki przechowywane po podsuszeniu | 18.10.1958 (12 tygodni przechowywania), |
| f) pestki przechowywane po podsuszeniu | 15.11.1958 (16 tygodni przechowywania). |

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 5).

Elementy badane: a, b, c, jak w doświadczeniach 1–5; d jak w doświadczeniu 5.

Kontrole a, b, d przeprowadzono co 3 tygodnie.

Kontrole c (ocena stanu zdrowotności nasion) wykonywano na początku każdej serii, ponadto na początku i końcu każdego chłodnego okresu stratyfikacji.



Rys. 5. Doświadczenie 6a–f. Schemat okresów przechowywania pestek przed stratyfikacją i warunków termicznych stratyfikacji pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)

Fig. 5. Experiment 6a–f. Diagrammatic representation of the storage periods before stratification and of temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

Omówienie wyników doświadczeń wstępnych (1–6)

Wyraźnie korzystny wpływ stratyfikacji stopniowanej na ustępowanie spoczynku nasion czereśni dzikiej uwidocznił się już w doświadczeniu 1, przeprowadzonym na świeżym, lekko poduszonym materiale nasiennym. O ile temperatura 3°C pobudziła w ciągu 18 tygodni zaledwie 1,7% nasion do kiełkowania, mimo ich wysokiej zdrowotności (96,0%), to 3, 6 i 9-tygodniowe okresy stratyfikacji cieplej w temperaturze 25°C spowodowały podczas następującej po nich 18-tygodniowej stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C, kiełkowanie 70,3%,

12,7% względnie 19,8% nasion. W miarę przedłużania okresu ciepłego ulegał obniżeniu odsetek pestek pękniętych i nasion skielkowanych podczas stratyfikacji oraz odsetek nasion kiełkujących w kielkowni. Odsetek nasion przelegujących był najniższy w przypadku zastosowania najkrótszego, 3-tygodniowego okresu ciepłego. We wszystkich wariantach ciepłych utrzymywał się przez cały czas trwania doświadczenia wysoki stan zdrowotności nasion.

Z wyników doświadczenia 1 można wyciągnąć następujący wniosek: nasiona czereśni dzikiej z świeżych, lekko podsuszonych pestek kiełkują podczas stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C, poprzedzonej co najwyżej 3-tygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 25°C, w znacznie wyższym procencie niż podczas wyłącznie chłodnej stratyfikacji kontrolnej, przebiegającej w temperaturze 3°C; nasiona stratyfikowane, wysiewane w kielkowni o zmiennej temperaturze, kiełkowały również w wyższym procencie po stratyfikacji ciepło-chłodnej niż po stratyfikacji chłodnej.

Doświadczenie 2 wykonano w odróżnieniu od doświadczenia 1 na materiale nasiennym przechowywanym w stanie podsuszonym do zimy. Wyniki tego doświadczenia przedstawiono w tab. 2.

Zastosowane temperatury stałe 3°C, 6°C i 9°C uniemożliwiły skielkowanie większych ilości nasion. Wyniki były tu zatem zbliżone do wyników tej serii doświadczenia 1, podczas której oddziaływano na stratyfikowane nasiona jedynie obniżoną temperaturą. Otrzymane rezultaty zezwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Nasiona dzikiej czereśni przechowane luzem w stanie podsuszonym do zimy kiełkują podczas stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C, 6°C lub 9°C w niskim lub bardzo niskim procencie. Procent ten może podlegać pewnym wahaniom, zależnie od pochodzenia danej partii pestek.

2. W miarę wzrostu temperatury stratyfikacji chłodnej powiększa się procent pestek pękniętych.

3. Najwyższe procenty nasion skielkowanych podczas 21-tygodniowej stratyfikacji w podanych powyżej temperaturach występują tam, gdzie stratyfikacja przebiegała w najniższej spośród użytych temperatur, tj. w 3°C. Najlepsze wyniki prób kiełkowania w kielkowni o temperaturze zmiennej występują u tych partii pestek, które stratyfikowane były również w temperaturze 3°C.

W doświadczeniu 3, do którego użyto pestek podsuszonych i przechowywanych luzem przez stosunkowo krótki okres czasu, bo około 6,5 tygodni po zbiorze, uzyskane wyniki odbiegały na pierwszy rzut oka od wyników poprzednich doświadczeń. Po 21 tygodniach stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C i 6°C uzyskano najlepsze wyniki (najwyższa zdrowotność końcowa, najwyższy procent nasion skielkowanych, najniższy procent nasion przelegujących) w tych kombinacjach, w których nie zastosowano wstępnego okresu stratyfikacji ciepłej. Należy jednak podkreślić, że w kombinacjach stratyfikacji stopniowanej okresy ciepłe (25°C) trwały stosunkowo długo, bo 30 i 60 dni, a po tak długo trwającej wstęp-

Tabela 2

Wyniki doświadczenia 2. Stratyfikacja chłodna pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) w stałej temperaturze 3°, 6° i 9°C

Results of experiment 2. Cold stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones at constant temperatures of 3°, 6° and 9°C

	<i>P. avium</i> zapas 1			<i>P. avium</i> zapas 2			<i>P. avium</i> zapas 3		
	Temperatura stratyfikacji			Temperatura stratyfikacji			Temperatura stratyfikacji		
	3°C	6°C	9°C	3°C	6°C	9°C	3°C	6°C	9°C
Zdrowotność początkowa	84,3	84,3	84,3	91,3	91,3	91,3	87,3	87,3	87,3
Zdrowotność po 21 tyg. stratyfikacji	68,0	68,0	66,0	68,0	81,3	74,7	78,0	77,3	78,7
% pestek pękniętych po 21 tyg. stratyfikacji	6,3	9,3	14,0	4,0	4,0	6,0	3,0	3,7	6,3
% nasion skielkowanych do 21 tyg. stratyfikacji	0,3	1,0	—	19,3	13,7	0,3	0,3	1,0	—
Procent nasion skielkowanych po 40 dniach próby kielkowania w kielkowni [8 godzin 23°C + 16 godzin 13°C]	9 tydz.	0,7	—	8,0	—	—	—	—	—
	12 tydz.	—	—	11,3	5,3	—	—	—	—
	15 tydz.	—	—	5,3	2,7	—	—	—	—
	18 tydz.	—	1,3	—	2,0	1,3	—	2,7	0,7
	21 tydz.	—	0,7	—	—	—	—	—	—

nej stratyfikacji ciepłej obserwowano również w doświadczeniu 1 wyraźne pogorszenie wyników.

W porównywanych parach wariantów z temperaturą okresu chłodnego — 3°C i 6°C, wyraźnie lepsze wyniki uzyskiwano w wypadku stosowania temperatury 3°C. Korzystny wpływ tej właśnie temperatury uwidocznił się również w wynikach prób kielkowania wykonywanych w kielkowni. Ilości nasion skielkowanych, uzyskanych z wysiewu w terminie, w którym w danej partii ilość pestek pękniętych była najwyższa, osiągnęły w wariantach 3°C i 25°C—30 dni/3°C swą górną granicę w doświadczeniu.

Rezultaty doświadczenia 3 pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Nasiona czereśni dzikiej przechowywane przez okres kilku tygodni luzem w stanie podsuszonym reagują korzystnie na stratyfikację chłodną w stałych temperaturach 3°C lub 6°C.
2. Zastosowany w doświadczeniu czas trwania wstępnej stratyfikacji ciepłej w temperaturze 25°C okazał się prawdopodobnie za długi (30 i 60 dni), co uwidoczniło się w pogorszeniu wyników w wariantach ze stratyfikacją stopniowaną.

3. Pęknięcie pestek przebiega bardziej intensywnie w wyższej temperaturze okresu chłodnego (6°C).

4. Wyższy procent nasion kiełkujących podczas stratyfikacji oraz w próbach kiełkowania w kielkowni uzyskuje się zawsze po stratyfikacji w niższej spośród zastosowanych w doświadczeniu temperatur (3°C).

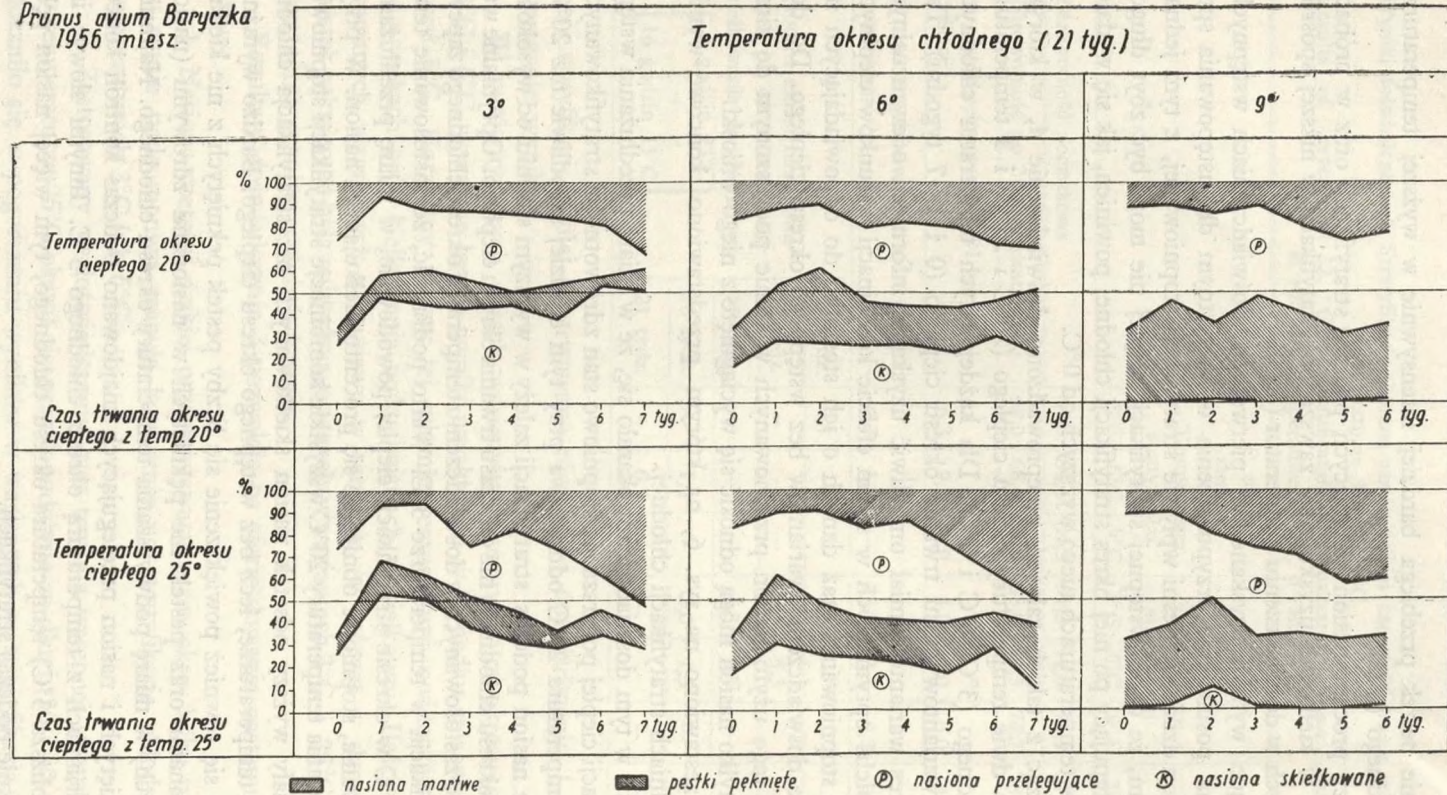
Obiecujące wyniki, uzyskane w pierwszych doświadczeniach wstępnych, pozwoliły na postawienie przypuszczenia o korzystnym dla ustępowania spoczynku nasion dzikiej czereśni wpływie stratyfikacji stopniowanej, z tym jednak zastrzeżeniem, że okres wstępnej stratyfikacji ciepłej nie może być zbyt długotrwały. Następujący po niej okres stratyfikacji chłodnej powinien, jak się wydaje, przebiegać w temperaturach nieco wyższych od 0°C .

Wychodząc z takich założeń przeprowadzono doświadczenie 4, w którym zastosowano dwie temperatury okresu ciepłego (20°C i 25°C) i 3 temperatury okresu chłodnego (3°C , 6°C i 9°C). Dla każdej z tych temperatur chłodnych dobrano 7 wariantów czasu trwania okresu ciepłego (0 i 1–7 tygodni). Tak szeroki zakres wariantów miał umożliwić uzyskanie informacji o ewentualnym istnieniu jakichś optymalnych w swym efekcie kombinacji warunków cieplnych stratyfikacji stopniowanej oraz danych o ich stosunku do odpowiadających im w schemacie doświadczenia wariantów bez wstępnego okresu ciepłego. Do doświadczenia tego użyto nasion przechowanych w stanie podsuszonym do zimy i do takich tylko nasion mogą odnosić się wyciągnięte z niego wnioski.

Wyniki zestawiono na rys. 6, na którym przedstawiono końcowe wyniki po 21 tygodniach stratyfikacji chłodnej.

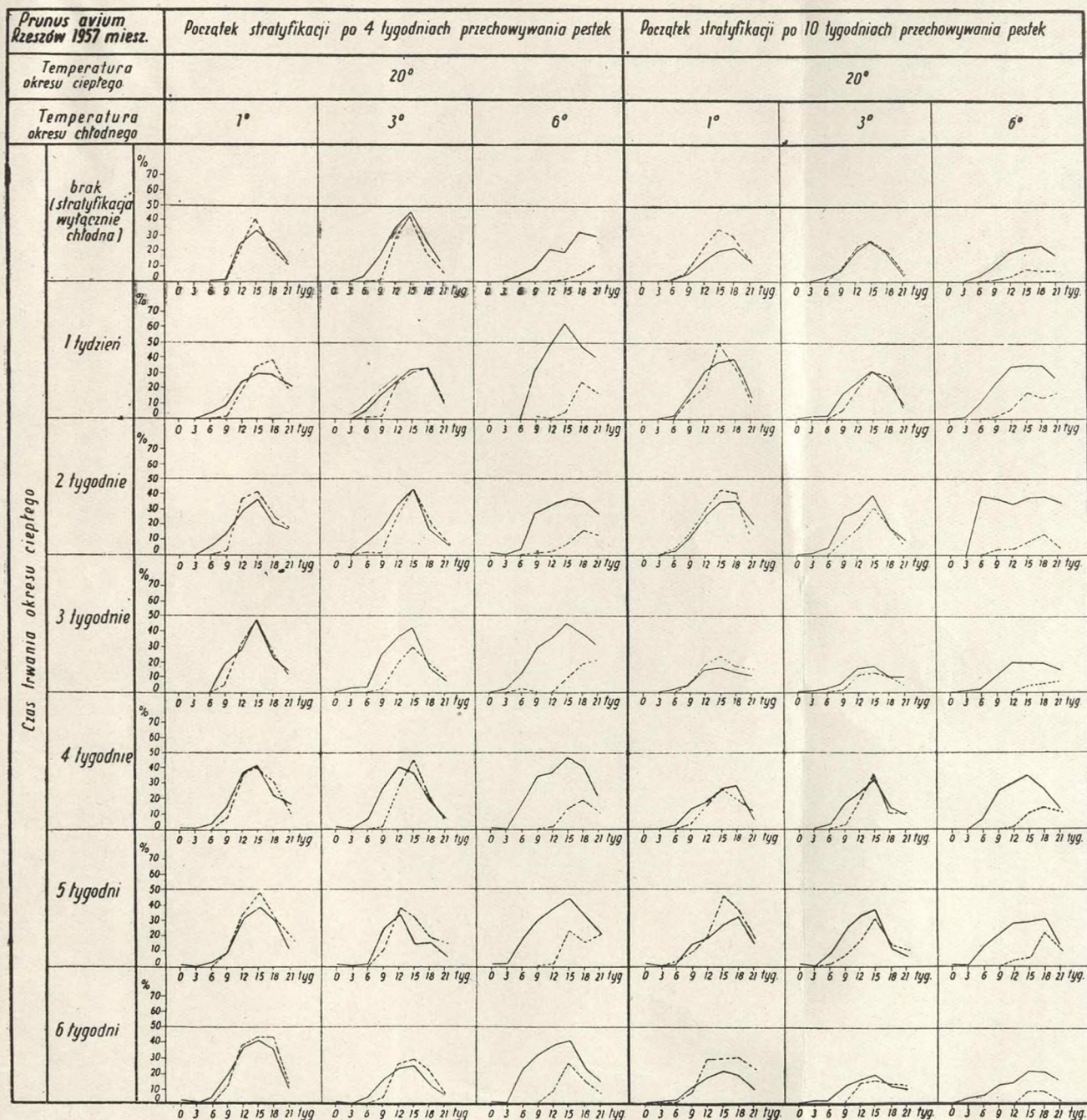
Również i w tym doświadczeniu okazało się, że w miarę przedłużania wstępnej stratyfikacji ciepłej pogarsza się stopniowo stan zdrowotności stratyfikowanych nasion, a temperatura 25°C oddziaływa przy tym bardziej szkodliwie niż 20°C . Kiełkowanie nasion podczas stratyfikacji zależy w wyższym stopniu od wysokości temperatur okresu chłodnego niż od czasu trwania okresu ciepłego. Optymalne warunki spośród zastosowanych w doświadczeniu temperatur okresu chłodnego zapewniała stratyfikacja w temperaturze 3°C . Warto podkreślić, że zastosowanie temperatury 25°C w okresie stratyfikacji ciepłej powodowało, w miarę przedłużania czasu jej trwania, stopniowe obniżenie się procentu kiełkujących nasion. W przypadku stosowania temperatury 20°C wszystkie kombinacje stratyfikacji stopniowanej zapewniały wyższy odsetek nasion skiełkowanych niż stratyfikacja chłodna w tej samej temperaturze, lecz bez wstępnego okresu ciepłego. Bardzo wyraźnie uwidoczniło się również powiększenie się liczby pestek pękniętych z nie kiełkującymi nasionami oraz pestek nie pękniętych w nasionami zdrowymi (nasion przelegujących) w miarę podwyższania temperatury okresu chłodnego. Najmniej pestek pękniętych i nasion przelegujących znajdowano podczas kontroli końcowych w wariantach z temperaturą okresu chłodnego 3°C . Innymi słowy: im niższa (im bliższa 3°C) temperatura okresu chłodnego, tym więcej nasion pękniętych kiełkuje podczas stratyfikacji.

Prunus avium Baryczka
1956 miesz.



Rys. 6. Wyniki doświadczenia 4. Zdrowotność zarodków, procenty pestek pękniętych oraz nasion przelegujących i skielkowanych dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (21 tyg.) i stopniowanej (1–7 tyg. + 21 tyg.)

Fig. 6. Results of experiment 4. Viability of embryos, percentages of split stones, seeds remaining in the state of prolonged dormancy: and germinated seeds of *Prunus avium* L. during cold stratification (21 weeks) and during the warm followed by cold stratification (1–7 weeks + 21 weeks)



Objaśnienie:

— pestki pęknięte
 - - - nasiona skielkowane

Rys. 7. Wyniki doświadczenia 5. Pęknięcie pestek podczas stratyfikacji i kiełkowanie stratyfikowanych uprzednio nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) po 40 dniach próby kiełkowania w kiełkowni o temperaturze 13°–15°C. Oznaczenia procentu pestek aktualnie pękniętych i próby kiełkowania powtarzano w odstępach 3-tygodniowych

Fig. 7. Results of experiment 5. Splitting of stones during stratification and germination of stratified seeds of *Prunus avium* L. after a 40 day germination test in a temperature of 13°–15° C. (The determining of the percentage of actually split stones and germination tests were carried out at 3-weeks intervals)

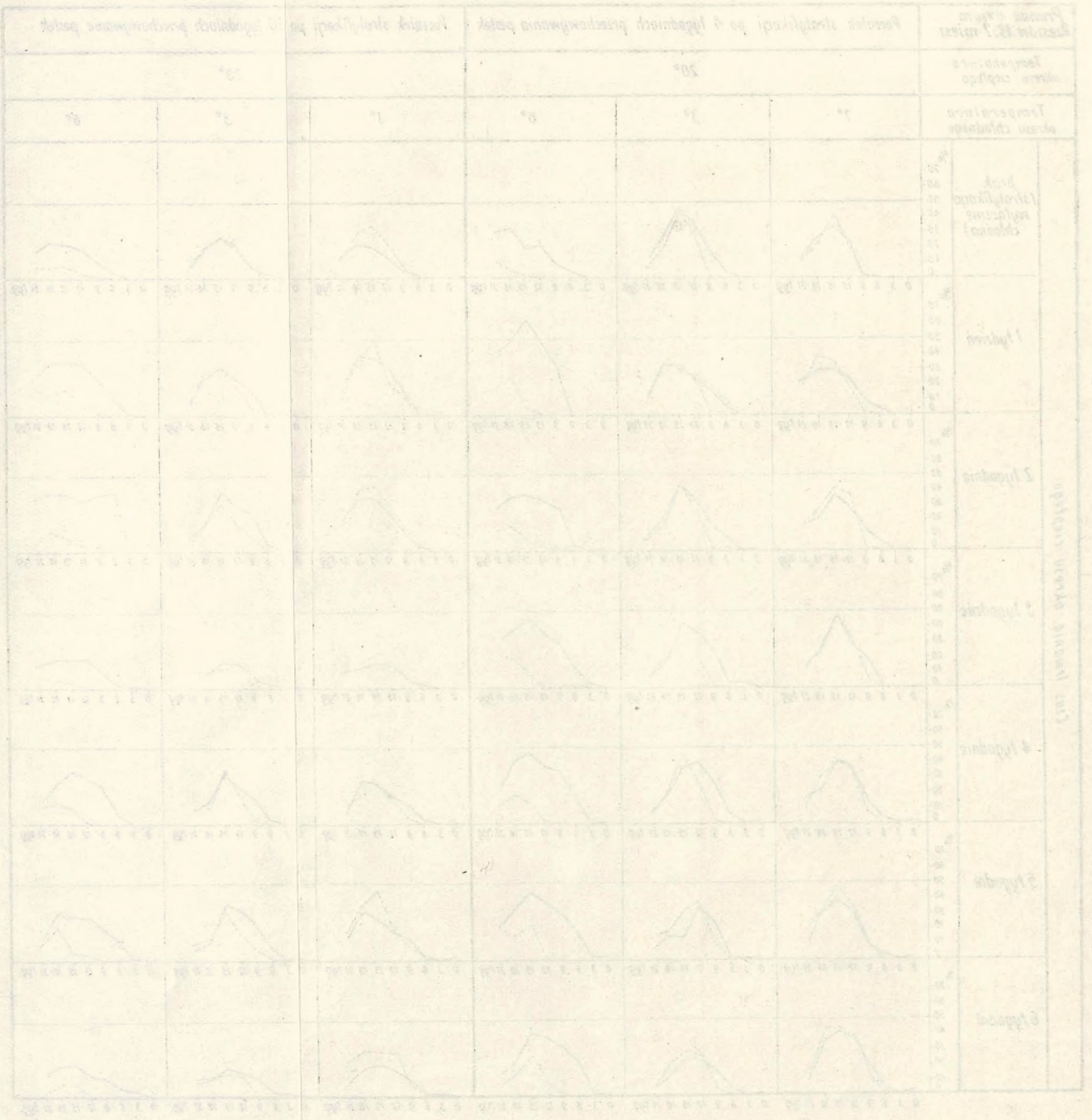


Fig. 7. Results of experiment 2. Splitting of stones during stratification and examination of stratified parts of Paganus spongia L. after a 30 day germination test in a temperature of 17-19°C. (The determining of the percentage of actively split stones and germination tests were carried out in 3-week intervals).

Wyniki prób kiełkowania w kiełkowni o temperaturze zmiennej 23°C/13°C były zawsze gorsze od stwierdzanych w danym terminie odsetków nasion kiełkujących podczas stratyfikacji. Świadczy to o niekorzystnym wpływie podwyższonych temperatur na kiełkowanie stratyfikowanych uprzednio nasion. Wydaje się, że optymalnych warunków dla kiełkowania takich nasion należy szukać w zakresie temperatur niższych od zastosowanych w tym doświadczeniu.

Z doświadczenia 4 wynikają następujące wnioski:

1. Stratyfikacja stopniowana intensyfikuje proces pęknięcia pestek i kiełkowania nasion czereśni dzikiej, przechowywanych w stanie podsuszonym do zimy i redukuje do minimum straty powodowane przez zamieranie nasion. Konieczne jest przy tym zachowanie następujących warunków: a) temperatura i czas trwania okresu ciepłego: 20°C przez 1–6 tygodni, b) temperatura okresu chłodnego: 3°C.

2. Optimum warunków stratyfikacji stopniowanej przy możliwie najkrótszym okresie stratyfikacji cieplej zawarte jest z dużym prawdopodobieństwem między 1 a 2 tygodniami stratyfikacji w 20°C z następującą po niej stratyfikacją chłodną w 3°C. Przy zachowaniu tych warunków można się spodziewać wysokiego procentu nasion skiełkowanych podczas stratyfikacji, skiełkowania nasion z prawie wszystkich pestek pękniętych, stosunkowo nieznacznego obniżenia stanu zdrowotności i zachowania pełnej zdrowotności większości nasion przelegujących.

3. Temperatura zmienna w cyklu dobowym o następującym układzie: 8 godzin 23°C + 16 godzin 13°C, nie jest korzystna dla prawidłowego przebiegu kiełkowania stratyfikowanych uprzednio nasion czereśni dzikiej.

Po opracowaniu wyników opisanych powyżej doświadczeń powstało pytanie: czy w temperaturze okresu chłodnego jeszcze bliższej 0°C niż 3°C, proces ustępowania spoczynku nie przebiega intensywniej niż w ustalonych dotąd optymalnych warunkach? Uzyskanie odpowiedzi na to pytanie było celem doświadczenia 5.

Plan tego doświadczenia przewidywał 3-krotne powtórzenie tego samego układu wariantów cieplnych po 4, 10 i 20 tygodniach przechowywania pestek w stanie podsuszonym. Miało ono uwidocznić reakcję nasion, które stratyfikowano w różnych odstępach czasu liczonych od momentu ich pozyskania z owoców. Uszkodzenie aparatury chłodniczej zmusiło mnie jednak niestety do przedwczesnego przerwania 3 serii doświadczalnej (po 20 tyg.). Tym niemniej również doświadczenie 5 dostarczyło danych, które pozwoliły na poszerzenie zasobu zdobytych dotychczas wiadomości.

Po zastosowaniu w tym doświadczeniu temperatur okresu chłodnego — 1°C, 3°C i 6°C, optymalne wyniki uzyskano znowu z serii z temperaturą 3°C i to bez względu na długość poprzedzającego chłodną stratyfikację okresu ciepłego (0 i 1–6 tygodni). Również procentowe ilości pestek pękniętych, nie skiełkowanych po 21 tygodniach chłodnej stratyfikacji, były w wspomnianej serii najniższe. Niezgodna z wynikami dotychczasowych doświadczeń i niższa, w porównaniu

ze stratyfikacją wyłącznie chłodną, jest ilość nasion skielkowanych i pękniętych podczas stratyfikacji stopniowanej w uznanym za optymalny układzie warunków cieplnych. Wynik ten mógł być jednak spowodowany przypadkowo wysoką (1 powtórzenie) ilością nasion pękniętych i skielkowanych w stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C. Analogiczne warianty z temperaturą okresu chłodnego 1°C i 6°C, wykazały jak zwykle przewagę stratyfikacji stopniowanej z krótkim okresem ciepłym.

Ciekawe i godne podkreślenia wyniki uzyskano w obydwu pierwszych seriach doświadczalnych (po 4 i 10 tygodniach przechowywania) w przypadku prób kiełkowania. Podobnie jak w poprzednich doświadczeniach pestki wysiewano w odstępach 3-tygodniowych. Odmienne były jednak warunki cieplne prób kiełkowania. Korzystając z wniosków wysnutych z uprzednio przeprowadzonych doświadczeń, utrzymywano temperaturę kiełkowni na poziomie 13°–15°C. Dzięki tej zmianie uzyskano dane pozwalające przypuścić, że użyty tu zakres temperatur jest bliski optimum termicznego dla kiełkowania stratyfikowanych uprzednio nasion dzikiej czereśni (rys. 7).

Wyniki prób kiełkowania, przedstawione na tle krzywych obrazujących zmiany ilości pestek pękniętych w stratyfikowanych partiach, wykazują wyjątkową skuteczność układów warunków termicznych stratyfikacji stopniowanej, w której temperatura okresu chłodnego wynosiła 1°C. Podobnie jak w doświadczeniu poprzednim maksymalny procent nasion, skielkowanych po 40 dniach próby kiełkowania, otrzymywano stale po tym terminie wysiewu, który zbiegał się w czasie z maksimum ilości pestek pękniętych w danej partii stratyfikowanych pestek. Moment ten i tu przypadał na początek okresu kiełkowania nasion w stratyfikacji, co miało miejsce około 15 tygodnia stratyfikacji chłodnej bez względu na czas trwania okresu ciepłego (1–6 tygodni). W obydwu seriach doświadczalnych (4 i 10 tygodni), w wariantach o układzie 20°C/1°C, odsetek nasion kiełkujących w zastosowanej tu stosunkowo niskiej temperaturze kiełkowni (13°–15°C) był wyższy od procentu pestek pękniętych w danej partii w momencie wysiewu. W poszczególnych wariantach uznanego dotąd za optymalny układu 20°C/3°C, procenty nasion kiełkujących podczas próby kiełkowania i pestek pękniętych były zbliżone do siebie, natomiast przy zastosowaniu układu 20°C/6°C tylko część nasion z pestek pękniętych kiełkowała w kiełkowni.

Wnioski nasuwające się po rozpatrzeniu omówionych powyżej wyników doświadczenia 5 można sformułować w sposób następujący:

1. Stratyfikacja stopniowana pestek dzikiej czereśni, przechowywanych luzem w stanie podsuszonym przez 4 i 10 tygodni po pozyskaniu z owoców, nie obniża, a w większości przypadków podwyższa procent nasion kiełkujących podczas stratyfikacji, jeśli okres stratyfikacji cieplej jest krótki i nie przekracza 2 tygodni. Następująca po nim stratyfikacja chłodna w temperaturze 3°C zapewnia pęknięcie maksymalnej ilości pestek i skielkowanie wszystkich pękniętych nasion. W temperaturze okresu chłodnego 1°C wyniki te są nieco gorsze.

2. Zdrowotność nasion nie ulega podczas stratyfikacji stopniowanej w podanych powyżej temperaturach okresu chłodnego zmianom na gorsze, gdy czas trwania cieplej stratyfikacji nie przekracza 3 tygodni.

3. Temperatura 13°–15°C zapewnia skielkowanie maksymalnej ilości nasion, jeśli wysiew wykonać w okresie, w którym ilość pestek pękniętych w zastratyfikowanej partii osiągnęła swą górną granicę, a równocześnie pojawiły się pierwsze kiełkujące nasiona. Okres ten przypada mniej więcej na 15 tydzień stratyfikacji chłodnej.

4. Stratyfikacja ciepła nie przyspiesza kiełkowania nasion podczas następującej po niej stratyfikacji chłodnej.

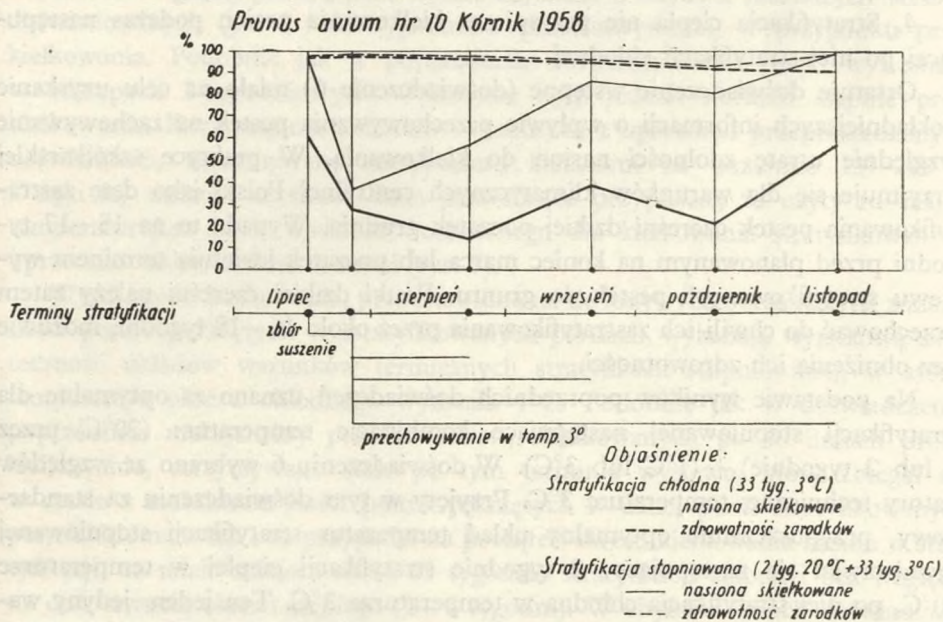
Ostatnie doświadczenie wstępne (doświadczenie 6) miało na celu uzyskanie dokładniejszych informacji o wpływie przechowywania pestek na zachowywanie względnie utratę zdolności nasion do kiełkowania. W praktyce szkółkarskiej przyjmuje się dla warunków klimatycznych centralnej Polski jako datę zastratyfikowania pestek czereśni dzikiej początek grudnia. Wypada to na 15–17 tygodni przed planowanym na koniec marca lub początek kwietnia terminem wysiewu stratyfikowanych pestek do gruntu. Pestki dzikiej czereśni należy zatem przechować do chwili ich zastratyfikowania przez około 16–18 tygodni, możliwie bez obniżenia ich zdrowotności.

Na podstawie wyników poprzednich doświadczeń uznano za optymalne dla stratyfikacji stopniowanej następujące kombinacje temperatur: (20°C przez 1 lub 2 tygodnie) + (1°C lub 3°C). W doświadczeniu 6 wybrano ze względów natury technicznej temperaturę 3°C. Przyjęty w tym doświadczeniu za standardowy, przypuszczalnie optymalny układ temperatur stratyfikacji stopniowanej przedstawiał się następująco: 2 tygodnie stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C, po niej stratyfikacja chłodna w temperaturze 3°C. Ten jeden jedyny wariant porównywano w każdym z przyjętych terminów dla kontroli z przeprowadzaną równolegle stratyfikacją chłodną w temperaturze 3°C. Po raz pierwszy w niniejszej pracy zastosowano również przechowywanie podsuszonych już pestek w obniżonej temperaturze (3°C) w szczelnie zamkniętych zbiornikach, napełnionych jedynie do połowy swej pojemności (zapas powietrza).

Wyniki tego doświadczenia były bardzo interesujące. Przewaga stratyfikacji stopniowanej nad stratyfikacją w stałej, obniżonej temperaturze została ponownie potwierdzona. Wyrazić ją można przez stosunek zachodzący w każdym z poszczególnych terminów między procentem nasion skielkowanych podczas stratyfikacji stopniowanej (2 + 33 tygodnie) i stratyfikacji kontrolnej (33 tygodnie) w stałej obniżonej temperaturze (współczynnik skuteczności):

pestki świeże	97,7 : 60,7 = 1,6 : 1 = 1,6
pestki podsuszone	37,3 : 27,7 = 1,3 : 1 = 1,3
pestki przechowywane po podsuszeniu przez 4 tygodnie	57,3 : 14,3 = 4,0 : 1 = 4,0
pestki przechowywane po podsuszeniu przez 8 tygodni	86,3 : 38,3 = 2,2 : 1 = 2,2
pestki przechowywane po podsuszeniu przez 12 tygodni	80,3 : 21,0 = 3,8 : 1 = 3,8
pestki przechowywane po podsuszeniu przez 16 tygodni	98,0 : 58,0 = 1,7 : 1 = 1,7

Zaskakujący był dla mnie fakt raptownych zmian zdolności kiełkowania przy prawie nie zmienionej zdrowotności zarówno świeżych, podsuszonych i podsuszonych przechowywanych nasion. W najogólniejszym zarysie można by stwierdzić, że o ile nasiona całkiem świeże kiełkowały podczas stratyfikacji w pewnym wysokim procencie, to te same nasiona po 10 dniach podsuszania straciły około 2/3 swej początkowej zdolności kiełkowania. Dopiero w miarę upływu czasu przechowywania zdolność kiełkowania podnosiła się powoli, by po 16 tygodniach osiągnąć ponownie poziom początkowy (rys. 8).



Rys. 8. Wyniki doświadczenia 6. Zdrowotność zarodków po stratyfikacji i procent skiełkowanych nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (33 tyg.) i stopniowanej (2 + 33 tyg.) wykonanej w 6 terminach

Fig. 8. Results of experiment 6. Viability of embryos after stratification and percentage of germinated seeds of *Prunus avium* L. during cold (33 weeks) and warm followed by cold (2 + 33 weeks) stratification. The experiment was repeated 6 times since July till November

Ze względu na jednorazowe przeprowadzenie powyższego doświadczenia należy wynikające z niego wnioski przyjąć ze znacznie większą ostrożnością niż wnioski z pozostałych doświadczeń wstępnych. Tym niemniej, w dalszych pracach nad ustaleniem wpływu sposobu i czasu przechowywania pestek czereśni nie będzie można pominąć faktu stwierdzonych tu zmian zdolności kiełkowania nasion. Przyjmując podane powyżej zastrzeżenia, można na podstawie wyników doświadczenia 6 ustalić następujące wnioski:

1. Stratyfikacja stopniowana (2 tygodnie 20°C, potem 3°C) zapewnia zarówno dla świeżych nasion jak i dla nasion podsuszonych oraz nasion przechowywanych w stanie podsuszonym w butlach szczelnie zamkniętych, do połowy na-

pełnionych i umieszczonych w temperaturze 3°C znaczne podwyższenie procentu nasion kiełkujących podczas stratyfikacji w porównaniu ze stratyfikacją chłodną w temperaturze 3°C.

2. Podsuszenie świeżych pestek powoduje raptowne obniżenie zdolności do kiełkowania stratyfikowanych nasion czereśni dzikiej. Podczas przechowywania podsuszonych pestek w opisanych powyżej warunkach, zdolność ta wzrasta ponownie.

3. Zdrowotność nasion nie ulega podczas przechowywania w butlach, a następnie podczas stratyfikacji stopniowanej (2 tygodnie 20°C, potem 3°C), żadnym widocznym zmianom aż do 33 tygodnia stratyfikacji chłodnej. U nasion stratyfikowanych w wyłącznie chłodnych warunkach, dopiero 16 tygodni przechowywania pestek powodowało nieznaczne obniżenie stanu zdrowotności.

Doświadczenia wstępne pozwoliły na nadanie założeniu o ewentualnej skuteczności stratyfikacji stopniowanej rangi hipotezy roboczej. Za optymalny, a równocześnie z technicznego punktu widzenia łatwy do zrealizowania, przyjęto taki układ warunków cieplnych stratyfikacji stopniowanej, w którym stratyfikację chłodną w temperaturze 3°C poprzedza 2-tygodniowy okres stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C. Układ ten przyjęto za podstawę doświadczeń szczegółowych, których wykonanie zaplanowano na sezony nasienne 1958/59 i 1959/60 r.

Wnioski z doświadczeń wstępnych 1–6 (1956/57 – 1958/59 r.)

1. Stratyfikacja stopniowana zapewnia ustąpienie spoczynku u maksymalnej ilości stratyfikowanych nasion dzikiej czereśni. Korzystny układ warunków cieplnych mieści się w następujących granicach: 1 do 2 tygodnie stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C z następującą po niej stratyfikacją chłodną w temperaturze od 1°C do 3°C.

2. Stratyfikacja stopniowana przeprowadzona w podanych powyżej zakresach temperatur zapewnia skielkowanie większej ilości nasion niż stratyfikacja chłodna w tej samej temperaturze bez poprzedzającej ją stratyfikacji cieplej.

3. Przewaga stratyfikacji stopniowanej nad stratyfikacją chłodną ma miejsce zarówno w przypadku nasion zupełnie świeżych, nasion podsuszonych po pozyskaniu, jak i nasion podsuszonych i przechowywanych do zimy luzem, a także w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych zbiornikach, umieszczonych w temperaturze 3°C.

4. Podwyższanie temperatury okresu chłodnego do 9°C w przypadku stratyfikacji chłodnej i w okresie chłodnym stratyfikacji stopniowanej przyczynia się do powiększenia procentu pestek pękniętych oraz do obniżenia procentu nasion kiełkujących, tak podczas stratyfikacji, jak i w próbach kiełkowania przeprowadzanych w temperaturze wyższej niż temperatura chłodnego okresu stratyfikacji.

5. Temperatura stratyfikacji cieplej 20°C jest bardziej korzystna od temperatury 25°C.

6. Przedłużanie czasu trwania stratyfikacji cieplej (ponad 3 tygodnie) przyczynia się do obniżania stanu zdrowotności stratyfikowanych nasion.

7. Szanse uzyskania maksymalnego, w stosunku do ilości pestek pękniętych, procentu nasion skielkowanych zapewnia wysiew pestek w okresie, w którym liczba pestek pękniętych przestaje się powiększać, a równocześnie pojawiają się pierwsze kiełkujące nasiona.

8. Temperatura 13°—15°C zapewnia znacznie lepsze, przypuszczalnie nawet optymalne warunki kiełkowania stratyfikowanych nasion niż temperatura zmienna w cyklu dobowym, wahająca się w zakresie 13°C — 23°C.

9. Procent nasion przelegujących jest po stratyfikacji w podanym w punkcie 1 zakresie warunków stratyfikacji stopniowanej najniższy.

10. Konieczne dla przechowywania podsuszanie pestek pociąga za sobą początkowo znaczne obniżenie zdolności kiełkowania stratyfikowanych nasion. Podczas przechowywania pestek w zamkniętych, do połowy napełnionych zbiornikach, umieszczonych w temperaturze 3°C następuje, jak się wydaje, stopniowe powiększanie się tej zdolności. Zagadnienie powyższe powinno stać się przedmiotem osobnych badań.

B. BADANIA SZCZEGÓLWE NAD STRATYFIKACJĄ STOPNIOWANĄ PESTEK DZIKIEJ CZEREŚNI

Badania wstępne pozwoliły na ustalenie optymalnego zakresu warunków stratyfikacji stopniowanej pestek dzikiej czereśni. Spośród kilku możliwych do zastosowania układów warunków termicznych wybrano układ, w którym dwutygodniowa stratyfikacja ciepła w temperaturze 20°C poprzedza stratyfikację chłodną w temperaturze 3°C. Uzyskanie potwierdzenia słuszności tego wyboru było jednym z celów doświadczeń opisanych w niniejszym rozdziale.

W doświadczeniach tych wykorzystano materiał nasienny pochodzący z różnych źródeł. Niektóre partie pestek stratyfikowano w różnych terminach, a w kilku przypadkach badano reakcję stratyfikowanych nasion na różne sposoby przechowywania pestek przed stratyfikacją. W ostatnim roku badań zwiększono ilość wariantów cieplnych w okresie chłodnym, tak podczas stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej. Zastosowanie powtórzeń umożliwiło statystyczną analizę otrzymanych wyników.

Równocześnie przeprowadzone zostały badania nad ustaleniem wskaźników stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion. W tym celu wykonywano poszczególne oznaczenia w określonych z góry odstępach czasu, aby uchwycić kierunki zmienności badanych czynników w okresie przechodzenia stratyfikowanych nasion przez kolejne fazy procesu ustępowania spoczynku. Zasadniczym celem tych badań było otrzymanie wskaźników, które mogłyby informować o zaistnieniu i natężeniu zachodzących w nasionach przemian wewnętrznych, zmierzających do kiełkowania nasion na długo przed pojawieniem się pierwszych widocznych oznak procesu ustępowania spoczynku. Dla uzyskania większego stopnia ścisłości wykonano wszystkie doświadczenia oddzielnie dla zarodków i okryw nasiennych. Nie jest wykluczone, że bielmu, które stanowi jedyną żywą, a przy tym wagowo największą część masy okryw nasiennych, przypada jakaś szczególna rola w akty-

wizowaniu zarodka do przejścia od stanu całkowitego spoczynku do stanu intensywnej aktywności życiowej w okresie kiełkowania. Badaniami tymi objęto zmiany stanu wilgotności nasion, skorup i pestek, zmiany stosunków wagowych zachodzące między suchymi masami okryw nasiennych i zarodków, zmiany aktywności katalazy i przewodności elektrycznej roztworów uzyskanych przez egzoosmozę elektrolitów z tkanek zarodków i okryw nasiennych do wody destylowanej. Wszystkie doświadczenia wykonywano w 4 powtórzeniach. Podawane w tablicach i na wykresach wartości są średnimi arytmetycznymi z tych powtórzeń.

Pozytywne wyniki badań nad stratyfikacją pestek dzikiej czereśni skłoniły mnie do przeprowadzenia doświadczeń nad możliwością zastosowania metody stratyfikacji stopniowanej dla zwiększenia intensywności procesu ustępowania spoczynku u nasion czterech innych gatunków z podrodziny *Prunoideae*.

Krótką charakterystyka doświadczeń szczegółowych (7–9)

Doświadczenie 7

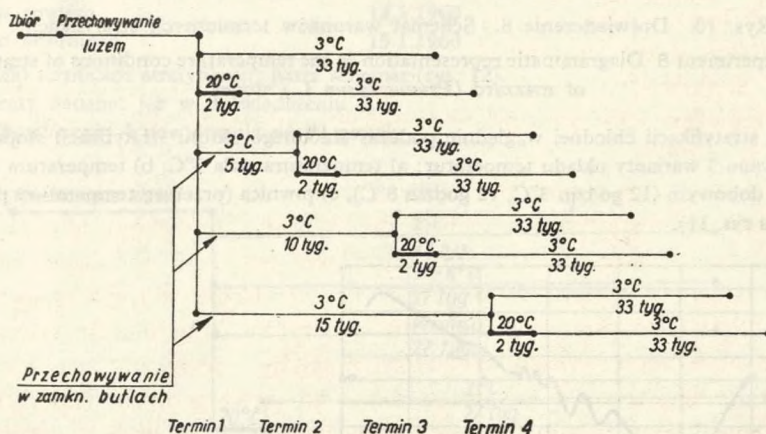
Cel: porównanie przyjętego za optymalny układu warunków cieplnych stratyfikacji stopniowanej ze stratyfikacją chłodną pestek dzikiej czereśni różnego pochodzenia, przechowywanych początkowo luzem, potem w szczelnie zamkniętych butlach w temperaturze 3°C przez stopniowo przedłużane okresy czasu.

Materiał: *P. avium* Lubomierz 1958, ind., *P. avium* Kysihýbel 1958, miesz., *P. avium* Jawornik Polski 1958, miesz., *P. avium* CNOS 1958, miesz.

Sposób przechowywania: do 11.9.1958 luzem w workach w chłodnym pomieszczeniu, od chwili rozpoczęcia doświadczenia w butelkach do połowy napełnionych, szczelnie zamkniętych, umieszczonych w temp. 3°C.

Daty poszczególnych terminów:

- termin 1 11.9.1958
- termin 2 16.10.1958 (5 tygodni przechowywania)



Rys. 9. Doświadczenie 7. Schemat warunków i okresów przechowywania pestek i warunków termicznych stratyfikacji

Fig. 9. Experiment 7. Diagrammatic representation of the storage conditions of mazzard (*Prunus avium* L.) stones and the temperature conditions of stratification

c) termin 3 20.11.1958 (10 tygodni przechowywania)

d) termin 4 24.12.1958 (15 tygodni przechowywania)

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 9).

Elementy badane: a, b, c, jak w doświadczeniach 1–6.

Kontrole a, b wykonywano co 3 tygodnie. Kontrole c (stan zdrowotności) wykonywano na początku i końcu doświadczenia, ponadto po okresie cieplej stratyfikacji.

Ilość powtórzeń: 3 powtórzenia po 300 sztuk pestek każde.

Doświadczenie 8

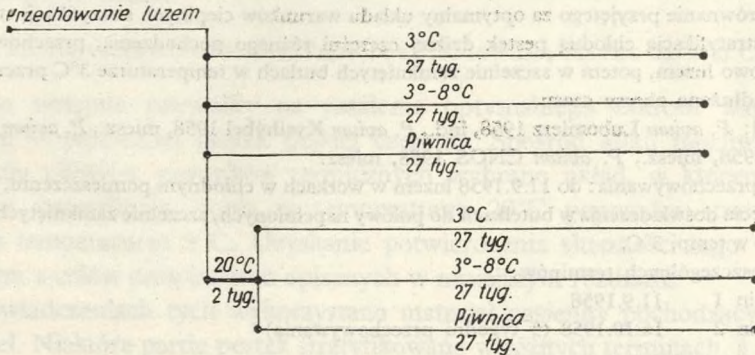
Cel: porównanie przyjętego za optymalny układu stratyfikacji stopniowanej z chłodną stratyfikacją pestek dzikiej czereśni różnego pochodzenia przy zastosowaniu kilku wariantów warunków ciepłych okresu chłodnego.

Materiał: *P. avium* nr 1 Kórnik 1959, ind., *P. avium* nr 10 Kórnik 1959, ind., *P. avium* nr 11 Kórnik 1959, ind., *P. avium* CNOS 1959, miesz.

Sposób przechowywania: luzem w workach w chłodnym pomieszczeniu.

Początek doświadczenia: 22.12.1959 – materiał z Kórnika, 13.1.1960 – materiał z CNOS.

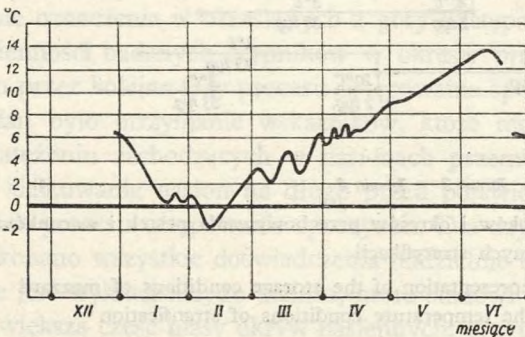
Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 10).



Rys. 10. Doświadczenie 8. Schemat warunków termicznych stratyfikacji

Fig. 10. Experiment 8. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

Podczas stratyfikacji chłodnej względnie podczas chłodnego okresu stratyfikacji stopniowanej zastosowano 3 warianty układu temperatur: a) temperatura stała 3°C, b) temperatura zmienna w cyklu dobowym (12 godzin 3°C, 12 godzin 8°C), c) piwnica (przebieg temperatury przedstawiono na rys. 11).



Rys. 11. Przebieg temperatury w piwnicy stratyfikacyjnej

Fig. 11. Temperature in the stratification cellar

Elementy badane: a, b, c, jak w doświadczeniach 1–7.

Kontrole a, b wykonywano co 3 tygodnie.

Kontrole c (zdrowotność nasion) wykonano na początku i końcu doświadczenia.

Ilość powtórzeń: 4 powtórzenia po 50 pestek.

Doświadczenie 9

Cel: porównanie stratyfikacji stopniowanej z 2-tygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C ze stratyfikacją chłodną pestek różnych gatunków z podrodziny *Prunoideae* przy zastosowaniu kilku wariantów warunków termicznych okresu chłodnego.

Materiał:

9a — *Prunus mahaleb* nr 729 CNOS 1959, miesz.

Prunus mahaleb nr 648 CNOS 1959, miesz.

Prunus mahaleb CNOS 1959, miesz.

9b — *Prunus cerasifera* var. *divaricata* nr 739 CNOS 1959, miesz.

Prunus cerasifera var. *divaricata* nr 757 CNOS 1959, miesz.

Prunus cerasifera var. *divaricata* Kórnik 1959, miesz.

9c — *Prunus serotina* nr 705 CNOS 1959, miesz.

Prunus serotina nr 693 CNOS 1959, miesz.

Prunus serotina nr 706 CNOS 1959, miesz.

9d — *Prunus armeniaca* nr 1 Kórnik 1959, ind.

Prunus armeniaca nr 2 Kórnik 1959, ind.

Prunus armeniaca nr 3 Kórnik 1959, ind.

Prunus armeniaca nr 4 Kórnik 1959, ind.

Sposób przechowywania: nasiona oczyszczone od miąższu natychmiast po zbiorze owoców poduszano do stanu powietrznie suchego i przechowywano do chwili rozpoczęcia doświadczeń luzem w workach w chłodnym miejscu, pestki moreli przechowywano w suchym pomieszczeniu w temperaturze pokojowej.

Początek doświadczeń:

Prunus mahaleb 12.1.1960

Prunus cerasifera var. *divaricata* 11.1.1960

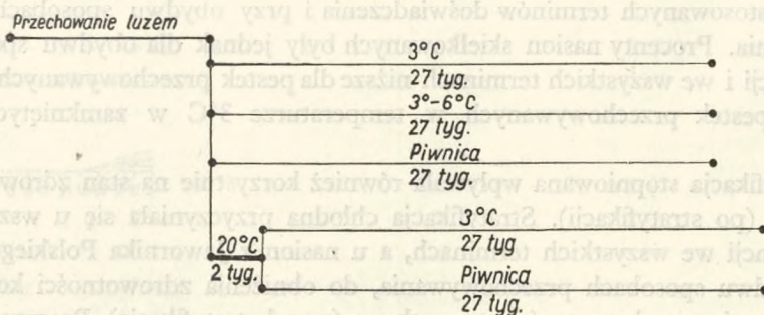
Prunus serotina 14.1.1960

Prunus armeniaca 15.1.1960

Warunki termiczne stratyfikacji: patrz schemat (rys. 12).

Elementy badane: jak w doświadczeniu 8.

Ilość powtórzeń: 4 powtórzenia po 50 pestek.



Rys. 12. Schemat warunków termicznych stratyfikacji

Fig. 12. Diagrammatic representation of the temperature conditions of stratification

Omówienie wyników doświadczeń szczegółowych nad stratyfikacją stopniowaną pestek dzikiej czereśni

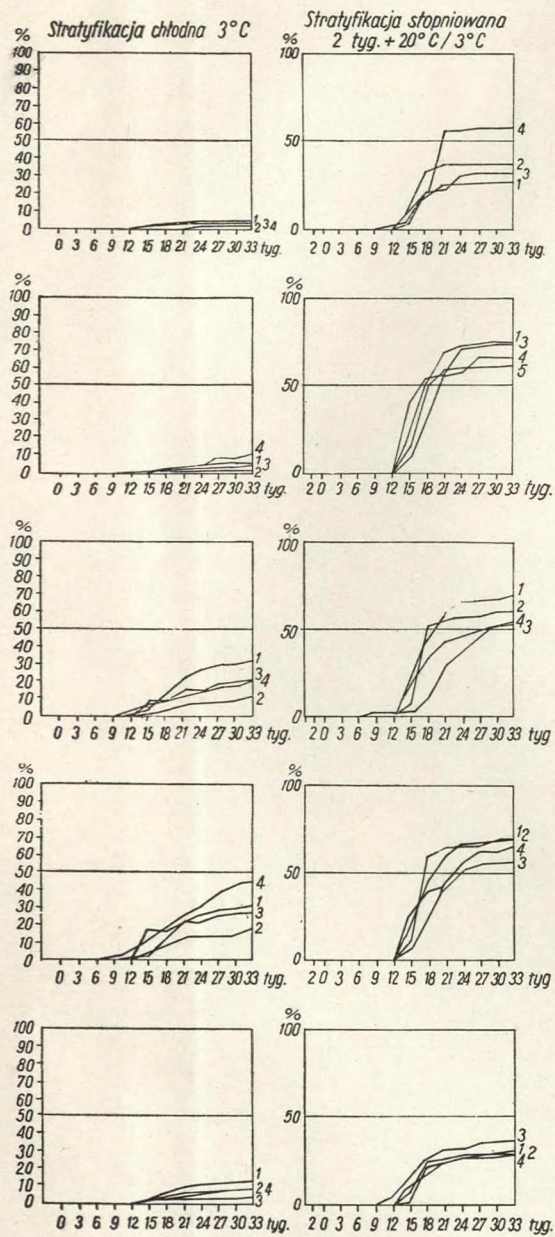
Wyniki doświadczenia 7, do którego użyto pestek pochodzących z naturalnych stanowisk dzikiej czereśni w Polsce południowej i Słowacji, dowodzą w sposób jednoznaczny przewagi stratyfikacji stopniowanej nad stratyfikacją chłodną (rys. 13). Przewaga ta uwidoczniła się u wszystkich badanych proveniencji we wszystkich 4 terminach początku stratyfikacji (od 11 września do 24 grudnia). Pestki zastratyfikowane w poszczególnych terminach różniły się między sobą długością okresu przechowywania w temperaturze 3°C w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych butlach. Nawet najdłuższy, bo 15-tygodniowy okres przechowywania pestek w takich warunkach, nie spowodował jakiegось poważniejszego obniżenia zdolności nasion do kiełkowania, co uwidoczniło się tak podczas stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej. Podstawę porównań stanowi tu zdolność kiełkowania podczas stratyfikacji, którą wykazały się nasiona użyte w terminie 1. Wszystkie pestki były do tego terminu przechowywane luzem w chłodnym miejscu.

Przewaga stratyfikacji stopniowanej z zaledwie 2-tygodniowym okresem ciepłym w temperaturze 20°C nad stratyfikacją chłodną została w doświadczeniu 7 udowodniona statystycznie dla każdego źródła pochodzenia pestek i każdego terminu. Uzyskane różnice średnich arytmetycznych procentu nasion skiełkowanych przewyższają wielokrotnie najmniejsze różnice udowodnione. Wartość współczynnika skuteczności, wyrażającego stosunek procentu nasion skiełkowanych podczas stratyfikacji stopniowanej do procentu nasion skiełkowanych podczas stratyfikacji chłodnej, waha się w tym doświadczeniu między 1,45 (dla nasion kiełkujących w stratyfikacji chłodnej w stosunkowo wysokim procencie), a 41,56 (dla nasion kiełkujących bardzo słabo).

Warto nadmienić, że nasiona otrzymane z Jawornika Polskiego, których użyto do równoległe przebiegających doświadczeń nad przechowywaniem pestek, reagowały korzystnie na zastosowanie ciepłej stratyfikacji przed chłodną w każdym z zastosowanych terminów doświadczenia i przy obydwu sposobach przechowywania. Procenty nasion skiełkowanych były jednak dla obydwu sposobów stratyfikacji i we wszystkich terminach niższe dla pestek przechowywanych luzem niż dla pestek przechowywanych w temperaturze 3°C w zamkniętych butelkach.

Stratyfikacja stopniowana wpływała również korzystnie na stan zdrowotności końcowej (po stratyfikacji). Stratyfikacja chłodna przyczyniała się u wszystkich proveniencji we wszystkich terminach, a u nasion z Jawornika Polskiego także przy obydwu sposobach przechowywania, do obniżenia zdrowotności końcowej w porównaniu ze zdrowotnością początkową (przed stratyfikacją). Procent nasion przelegujących, wysoki po stratyfikacji chłodnej, zmniejszał się poważnie dzięki stratyfikacji stopniowanej.

Kielkowanie nasion podczas stratyfikacji



Procenty nasion skielkowanych po stratyfikacji chłodnej (33 tyg.) i stopniowanej (2 + 33 tyg.)

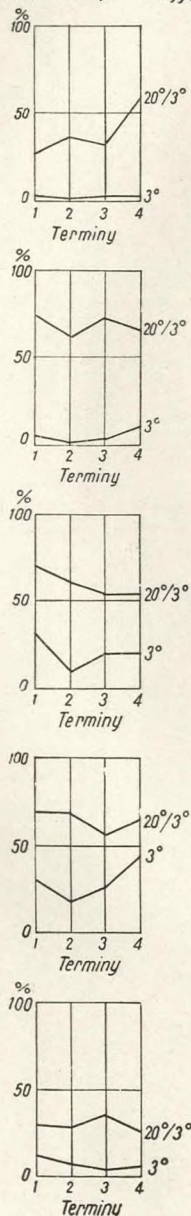


Tabela istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 33 tyg. stratyfikacji chłodnej wzgl. do 2 + 33 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Prunus avium Lubomierz 1958 ind.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
D / różnica średnich arytmetycznych /	25,1	36,5	30,3	56,5
t · s _d / najmniejsza różnica udowodniona przy P=95% /	2,7	5,9	12,3	2,9
Współczynnik skuteczności	10,26	41,56	14,73	24,54

Prunus avium Kysihůbel 1958 miesz.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
D / różnica średnich arytmetycznych /	69,8	61,9	70,1	56,4
t · s _d / najmniejsza różnica udowodniona przy P=95% /	2,5	6,9	3,7	8,9
Współczynnik skuteczności	15,24	37,35	16,95	6,13

Prunus avium Jawornik Polski 1958 miesz (od terminu 1 do terminu 4 przechowane luzem)

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
D / różnica średnich arytmetycznych /	38,1	48,6	31,7	33,0
t · s _d / najmniejsza różnica udowodniona przy P=95% /	6,4	10,0	3,7	16,5
Współczynnik skuteczności	2,21	5,34	2,51	2,55

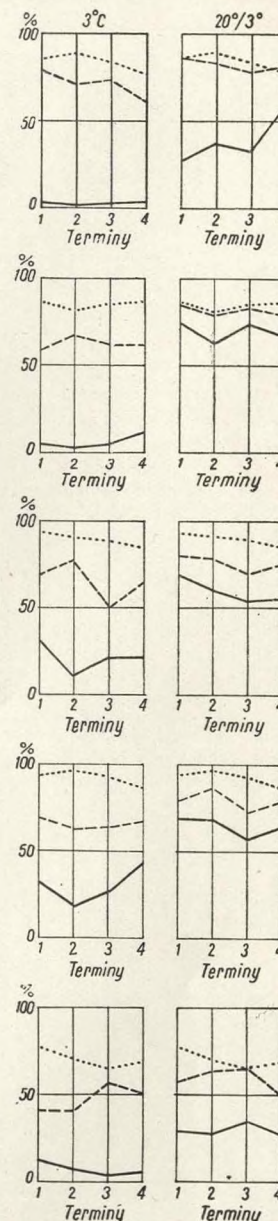
Prunus avium Jawornik Polski 1958 miesz

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
D / różnica średnich arytmetycznych /	37,9	50,2	28,9	20,1
t · s _d / najmniejsza różnica udowodniona przy P=95% /	6,9	9,2	17,6	17,5
Współczynnik skuteczności	2,21	3,73	2,05	1,45

Prunus avium CNOS 1958 miesz.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
D / różnica średnich arytmetycznych /	17,8	21,1	32,2	21,6
t · s _d / najmniejsza różnica udowodniona przy P=95% /	6,9	5,7	7,3	7,3
Współczynnik skuteczności	2,46	3,97	9,47	4,54

Zdrowość nasion na początku i końcu okresu stratyfikacji



Objaśnienie:

- zdrowość początkowa
- zdrowość końcowa
- nasiona skielkowane

Rys. 13. Wyniki doświadczenia 7. Przebieg kiełkowania nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (33 tyg.) i stopniowanej (2 + 33 tyg.) oraz zdrowość nasion na początku i końcu stratyfikacji

Fig. 13. Results of experiment 7. Germination of mazzard (*Prunus avium* L.) seeds during cold stratification (33 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 33 weeks) and seed viability at the beginning and at the end of stratification

Wnioski z doświadczenia 7:

1) Stratyfikacja stopniowana (2 tygodnie 20°C, potem 3°C) zapewnia w sposób statystycznie udowodniony skiełkowanie większej liczby nasion niż stratyfikacja chłodna przeprowadzona w tej samej temperaturze (3°C), co temperatura okresu chłodnego stratyfikacji stopniowanej.

2) Przechowywanie pestek w temperaturze 3°C w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych butlach, trwające od połowy września do końca grudnia po uprzednim przechowaniu luzem, nie obniża zdolności nasion do kiełkowania podczas stratyfikacji. W niektórych przypadkach przedłużaniu okresu przechowywania w butlach towarzyszy wyraźny wzrost zdolności do kiełkowania.

3) Zastosowane w doświadczeniu okresy przechowywania pestek w temperaturze 3°C w zamkniętych butlach (5, 10 i 15 tygodni) nie obniżają zdolności nasion do reagowania wzmożonym kiełkowaniem na stratyfikację stopniowaną.

4) Przechowywanie pestek luzem nie przewyższa w niczym przechowywania pestek w butlach w temperaturze 3°C.

5) Zdrowotność nasion ulega podczas stratyfikacji chłodnej znacznie szybszemu obniżeniu niż podczas stratyfikacji stopniowanej.

6) Procent nasion przelegujących jest po stratyfikacji chłodnej mimo poważnego obniżenia stanu zdrowotności wyższy niż po stratyfikacji stopniowanej.

7) Prawie wszystkie nasiona kiełkują w okresie zawartym między 12 a 24 tygodniem okresu chłodnego.

Ostatnie doświadczenie nad stratyfikacją pestek czereśni dzikiej przeprowadzono w sezonie 1959/60 r. (doświadczenie 8). Stosowane dotąd kombinacje: stratyfikacja chłodna w 3°C i stratyfikacja stopniowana w 20°C (2 tygodnie) i 3°C, wzbogacono o nowe warianty warunków termicznych okresu chłodnego. Polegały one na zastosowaniu temperatury zmiennej w cyklu dobowym (12 godzin 3°C, 12 godzin 8°C) oraz zmiennej w cyklu długofalowym temperatury piwnicy szkółkarskiej. Uzyskano dzięki temu 6 wariantów warunków cieplnych, a co za tym idzie, zwiększone możliwości dokonywania porównań i wyciągania wniosków. Dla uzyskania większej ścisłości wykonano doświadczenia o identycznym układzie przy użyciu materiału nasiennego zebranego oddzielnie z 3 drzew rosnących w Kórniku. Dla porównania użyto również typowej mieszanej partii pestek, dostarczonej przez CNOS.

Zastosowana w tym doświadczeniu metoda określania istotności różnic między średnimi procentami nasion skiełkowanych podczas stratyfikacji, zezwala na oddzielne opracowanie istotności różnicy dowolnie dobranej pary wariantów warunków cieplnych stratyfikacji. Przy odpowiednim ustawieniu uzyskano następujące grupy porównywanych wariantów:

- a) warianty stratyfikacji chłodnej porównywane między sobą,
- b) warianty stratyfikacji stopniowanej porównywane między sobą,
- c) warianty stratyfikacji stopniowanej porównywane z dowolnymi wariantami stratyfikacji chłodnej,

d) wyodrębnione w grupie c pary analogicznych wariantów stratyfikacji stopniowanej i chłodnej o identycznych warunkach termicznych okresu chłodnego, różniące się jedynie zastosowaniem okresu ciepłego podczas stratyfikacji stopniowanej.

Już same krzywe kiełkowania (rys. 14) obrazują niezbitą przewagę stratyfikacji stopniowanej nad chłodną. Z tablic istotności różnic załączonych do wykresów wynikają dalsze szczegółowe wnioski. Okazuje się, że średnie procenty nasion skiełkowanych podczas stratyfikacji nie różnią się w swej większości w sposób statystycznie udowodniony między sobą w obrębie grup wariantów chłodnych i ciepło-chłodnych. Niektóre z nich odbiegają wprawdzie w sposób istotny od pozostałych wariantów swej grupy, rzut oka na wykresy krzywych kiełkowania pozwala jednak dostrzec przypadkowy charakter tych odchyień. Innymi słowy: stratyfikacja w 3°C, w temperaturze zmiennej 3°–8°C, lub w zmiennej temperaturze chłodnej piwnicy wywołuje w zasadzie podobne skutki, zastosowanie krótkotrwałego okresu stratyfikacji ciepłej wpływa wprawdzie radykalnie na powiększenie procentu skiełkowanych nasion, różnice między poszczególnymi wariantami są jednak i tutaj nieistotne, a w wypadku istotności, raczej przypadkowe. Na podkreślenie zasługuje fakt przyspieszenia kiełkowania w tych kombinacjach, w których okres chłodny przebiegał w piwnicy.

Zasadniczo odmiennie kształtują się różnice średnich arytmetycznych przy porównaniach międzygrupowych. Wszystkie warianty kombinacji ciepło-chłodnej górują w sposób zdecydowany nad dowolnie dobranymi wariantami grupy chłodnej. Współczynniki skuteczności obliczone dla par analogicznych wariantów stratyfikacji stopniowanej i chłodnej wahają się dla partii nasion reagujących korzystnie na samą stratyfikację chłodną między 1,85 a 3,04. Oznacza to 2–3-krotne zwiększenie procentu nasion kiełkujących, spowodowane jedynie przez zastosowanie 2-tygodniowego dodatkowego okresu stratyfikacji w 20°C. Dla nasion z drzewa nr 10 z Kórnika, kiełkujących podczas stratyfikacji chłodnej w nikłym procencie, wartość współczynnika skuteczności dochodziła do 56,4, co oznacza kilkudziesięciokrotne zwiększenie procentu nasion kiełkujących.

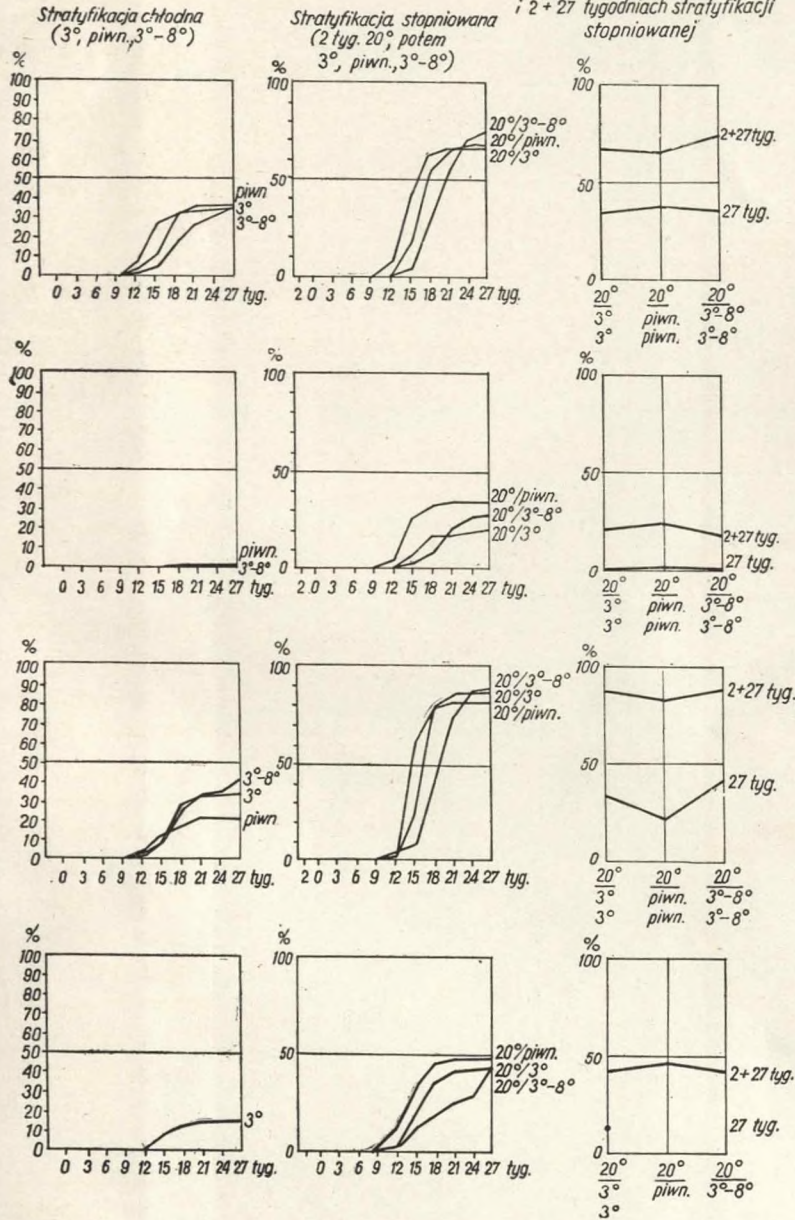
Zdrowotność nasion obniżyła się podczas stratyfikacji stopniowanej we wszystkich partiach pestek, z wyjątkiem dostarczonych przez CNOS, nieznacznie, podczas stratyfikacji chłodnej spadała ona poważnie we wszystkich partiach i wariantach.

Wnioski z doświadczenia 8:

1) Stratyfikacja stopniowana, polegająca na zastosowaniu 2-tygodniowej stratyfikacji ciepłej w 20°C przed stratyfikacją chłodną zapewnia dla nasion czereśni dzikiej przechowywanych uprzednio luzem, co najmniej 2-krotne powiększenie ilości nasion kiełkujących w porównaniu ze stratyfikacją chłodną, przeprowadzoną w warunkach termicznych chłodnego okresu stratyfikacji stopniowanej.

2) Zastosowane w doświadczeniu warianty okresu chłodnego (3°C, 3°–8°C, piwnica), stosowane bez poprzedzającego je okresu ciepłego, charakteryzują się

Kiełkowanie nasion podczas stratyfikacji



Procenty nasion skielkowanych po 27 tygodniach stratyfikacji chłodnej i 2 + 27 tygodniach stratyfikacji stopniowanej

Tabele istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 27 tygodnia stratyfikacji chłodnej wzgl. do 2 + 27 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Prunus avium nr 1 Kórnik 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana		
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.	20°/3°-8°
Stratyfikacja chłodna	3°						
	piwn.						
	3°-8°						
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°		1,94				
	20°/piwn.			1,85			
	20°/3°-8°				2,16		

Prunus avium nr 10 Kórnik 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana		
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.	20°/3°-8°
Stratyfikacja chłodna	3°						
	piwn.						
	3°-8°						
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°		20,2				
	20°/piwn.			34,2			
	20°/3°-8°				56,4		

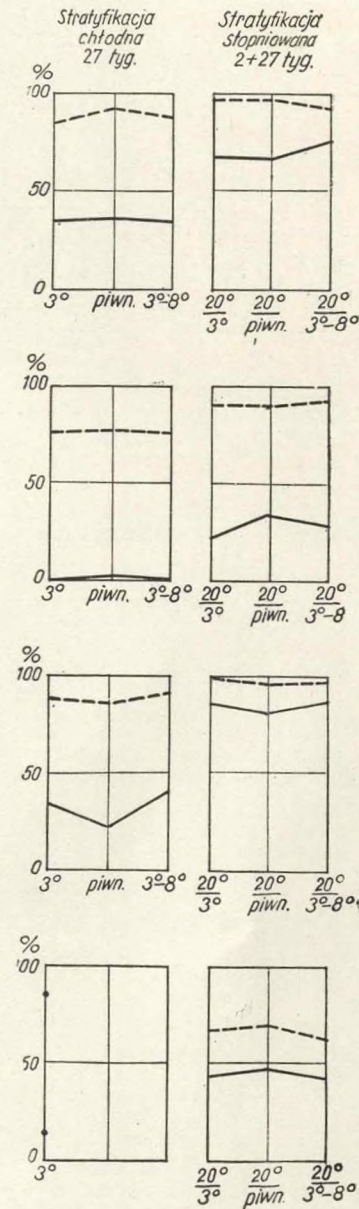
Prunus avium nr 11 Kórnik 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana		
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.	20°/3°-8°
Stratyfikacja chłodna	3°						
	piwn.						
	3°-8°						
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°		2,52				
	20°/piwn.			3,77			
	20°/3°-8°				2,16		

Prunus avium CNOS, 1959 miesz.

		Strat. chłodna	Stratyfikacja stopniowana		
		3°	20°/3°	20°/piwn.	20°/3°-8°
Strat. chłodna	3°				
	20°/3°		3,04		
	20°/piwn.				
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°				
	20°/piwn.				
	20°/3°-8°				

Zdrowotność nasion po stratyfikacji



Objaśnienie: (dotyczy tabel istotności różnic na rys. 14-18)

— Różnica udowodniona /P = 95 %/
 ··· Różnica nieudowodniona

1.8
 Współczynnik skuteczności stratyfikacji stopniowanej, w porównaniu ze stratyfikacją chłodną
 $n.p.x = \frac{\% \text{ nasion skielk. w temp. } 20^{\circ}/3^{\circ}C}{\% \text{ nasion skielk. w temp. } 3^{\circ}C}$

Objaśnienie: --- zdrowotność końcowa
 — nasiona skielkowane

Rys. 14. Wyniki doświadczenia 8. Przebieg kiełkowania nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (27 tyg.) i stopniowanej (2 + 27 tyg.) oraz zdrowotność nasion po stratyfikacji
 Fig. 14. Results of experiment 8. Germination of mazzard (*Prunus avium* L.) seeds during cold stratification (27 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 27 weeks). Seed viability after stratification

Fig. 1. Results of experiment 1. (Continued from previous page.)

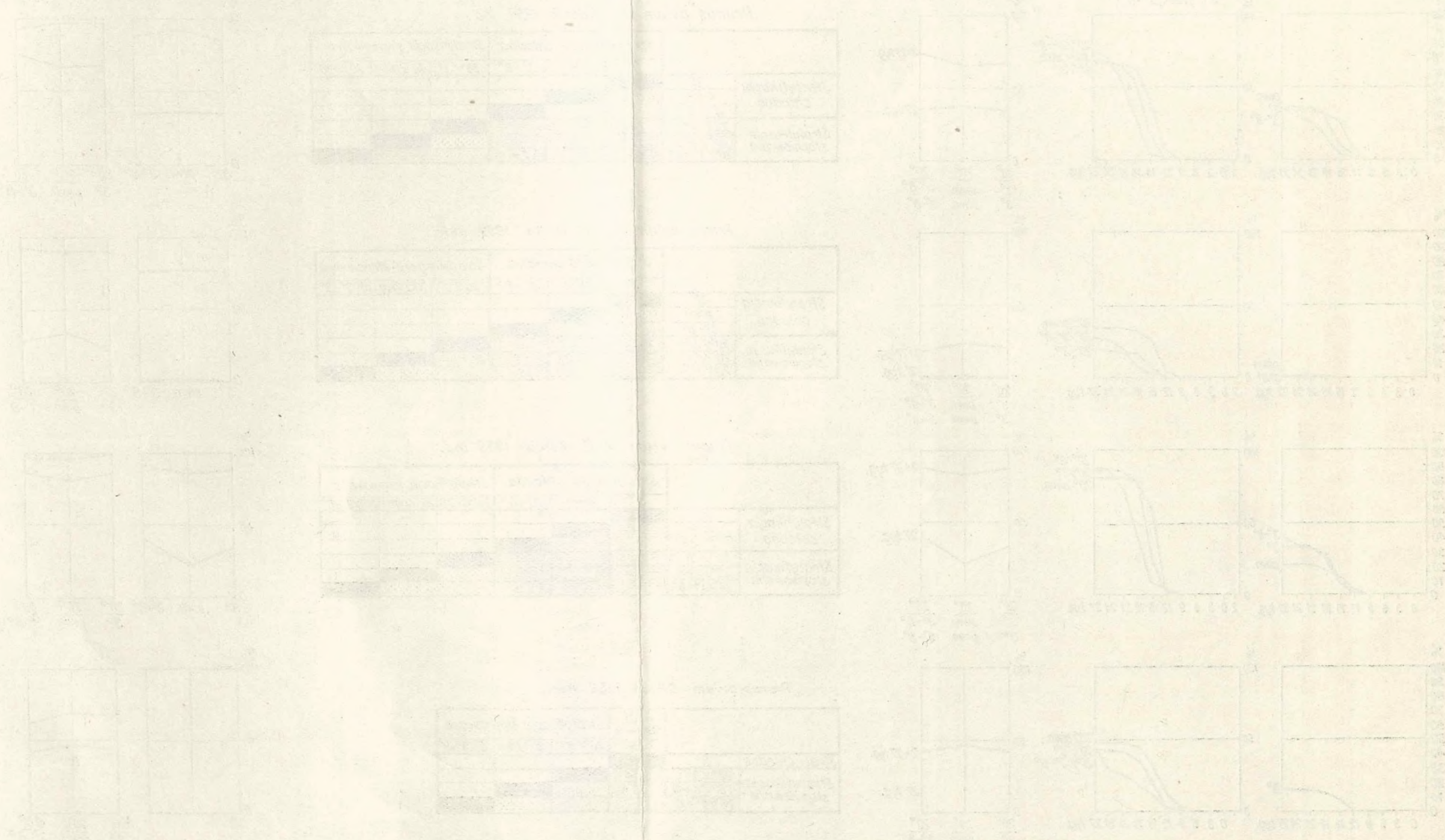


Fig. 1. Results of experiment 1. (Continued from previous page.)

niskim stopniem skuteczności, zastosowanie stratyfikacji cieplej powiększa radykalnie procent nasion skielkowanych.

3) Układy warunków cieplnych okresu chłodnego (3°C , $3^{\circ}-8^{\circ}\text{C}$, piwnica) podczas stratyfikacji stopniowanej mają w stosunku do skuteczności temperatury okresu ciepłego jedynie drugorzędne znaczenie, wpływają one co najwyżej na tempo procesu kiełkowania nasion.

4) Stratyfikacja stopniowana z okresem chłodnym w warunkach termicznych piwnicy przyczyniła się do przyspieszenia początku kiełkowania nasion (zamiast w dwunastym, nasiona kiełkowały już w dziewiątym tygodniu okresu chłodnego).

Opisane powyżej doświadczenia potwierdziły wnioski wypływające z doświadczeń wstępnych.

C. BADANIA NAD STRATYFIKACJĄ CHŁODNĄ I STOPNIOWANĄ PESTEK RÓŻNYCH GATUNKÓW Z PODRODZINY PRUNOIDEAE

Wyniki doświadczeń przeprowadzonych w sezonie 1958/59 r. nad stratyfikacją pestek dzikiej czereśni nasunęły myśl wykorzystania ustalonego podczas badań optymalnego układu stosunków cieplnych stratyfikacji stopniowanej do stratyfikacji pestek innych, gospodarczo ważnych gatunków z podrodziny *Prunoideae*. Doświadczenia takie zostały przeprowadzone w sezonie 1959/60 r. nad pestkami antypki, ałyczy, czeremchy amerykańskiej i moreli. W obrębie każdego gatunku przeprowadzono doświadczenia o identycznym układzie na 3–4 różnych partiach pestek. Zastosowano następujące trzy warianty stratyfikacji chłodnej: 3°C , $3^{\circ}-8^{\circ}\text{C}$, piwnica i dwa warianty stratyfikacji stopniowanej: $20^{\circ}\text{C}/3^{\circ}\text{C}$ i $20^{\circ}\text{C}/3^{\circ}-8^{\circ}\text{C}$.

Stratyfikacja pestek antypki (*Prunus mahaleb* L.) — doświadczenie 9a

Wyniki uzyskane przez zastosowanie stratyfikacji stopniowanej okazały się po porównaniu z rezultatami stratyfikacji chłodnej tak samo korzystne, jak w przypadku czereśni dzikiej (rys. 15). We wszystkich przypadkach uzyskano udowodnioną przewagę każdego wariantu stratyfikacji stopniowanej nad dowolnym wariantem stratyfikacji chłodnej. W obrębie grup stratyfikacji chłodnej czy stopniowanej nie stwierdzono w większości przypadków udowodnionych różnic, innymi słowy: zastosowane warianty nie różniły się w obrębie swych grup od siebie pod względem wywołanego efektu. Pary analogicznych wariantów stratyfikacji ciepło-chłodnej i chłodnej wykazywały zawsze przewagę stratyfikacji stopniowanej nad chłodną, współczynnik skuteczności wahał się między 1,91 a 3,66, co świadczy o 2– do niemal 4-krotnej podwyżce procentu nasion skielkowanych po zastosowaniu 2-tygodniowej stratyfikacji cieplej przed chłodną.

W odróżnieniu od wyników otrzymanych dla nasion dzikiej czereśni, nie można w przypadku nasion antypki mówić o dodatnim wpływie stratyfikacji stopniowanej na stan zdrowotności końcowej po stratyfikacji. W zależności od badanej

partii zdrowotność końcowa ulegała raz większemu, raz mniejszemu pogorszeniu, tak po stratyfikacji chłodnej, jak i po stopniowanej.

Wnioski z doświadczenia 9a:

1) Nasiona antypki reagują znaczną podwyżką procentu nasion skielkowanych na zastosowanie stratyfikacji stopniowanej z dwutygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C.

2) Zastosowanie stratyfikacji ciepłej ma dla polepszenia efektu stratyfikacji chłodnej decydujące znaczenie, układ warunków cieplnych okresu chłodnego (3°C lub piwnica) odgrywa rolę drugorzędną.

3) W porównaniu ze stratyfikacją chłodną o warunkach cieplnych analogicznych do warunków okresu chłodnego stratyfikacji stopniowanej, ta ostatnia przyczynia się do 2–4-krotnego podwyższenia procentu nasion skielkowanych.

4) Kielkowanie nasion antypki rozpoczyna się zarówno podczas stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej w 9 tygodniu, a kończy w 18 tygodniu okresu chłodnego.

Stratyfikacja pestek ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) — doświadczenie 9b.

Nasiona ałyczy reagowały podobnie jak nasiona czereśni i antypki na zastosowanie stratyfikacji ciepłej przed chłodną. Poważniejsza różnica wystąpiła jedynie wewnątrz grupy wariantów stratyfikacji chłodnej — stratyfikacja w piwnicy pociągała bowiem za sobą wyraźnie negatywną reakcję. Różnice procentów nasion skielkowanych podczas stratyfikacji w obydwu zastosowanych w doświadczeniu wariantach stratyfikacji stopniowanej były stosunkowo nieznaczne, mimo to w 2 na 3 przypadki były one udowodnione. W porównaniach międzygrupowych w niemal wszystkich przypadkach (17 na 18) stratyfikacja stopniowana górowała w sposób udowodniony nad stratyfikacją chłodną (rys. 16). Różnice analogicznych par wariantów stratyfikacji stopniowanej i chłodnej były we wszystkich przypadkach statystycznie udowodnione, współczynniki skuteczności wynosiły od 1,25 do 8,77. Wpływ obydwu sposobów stratyfikacji na stan zdrowia żywotności końcowej był jednakowy.

Wnioski z doświadczenia 9b:

1) Nasiona ałyczy reagują podwyżką procentu nasion skielkowanych na zastosowanie stratyfikacji stopniowanej z dwutygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C.

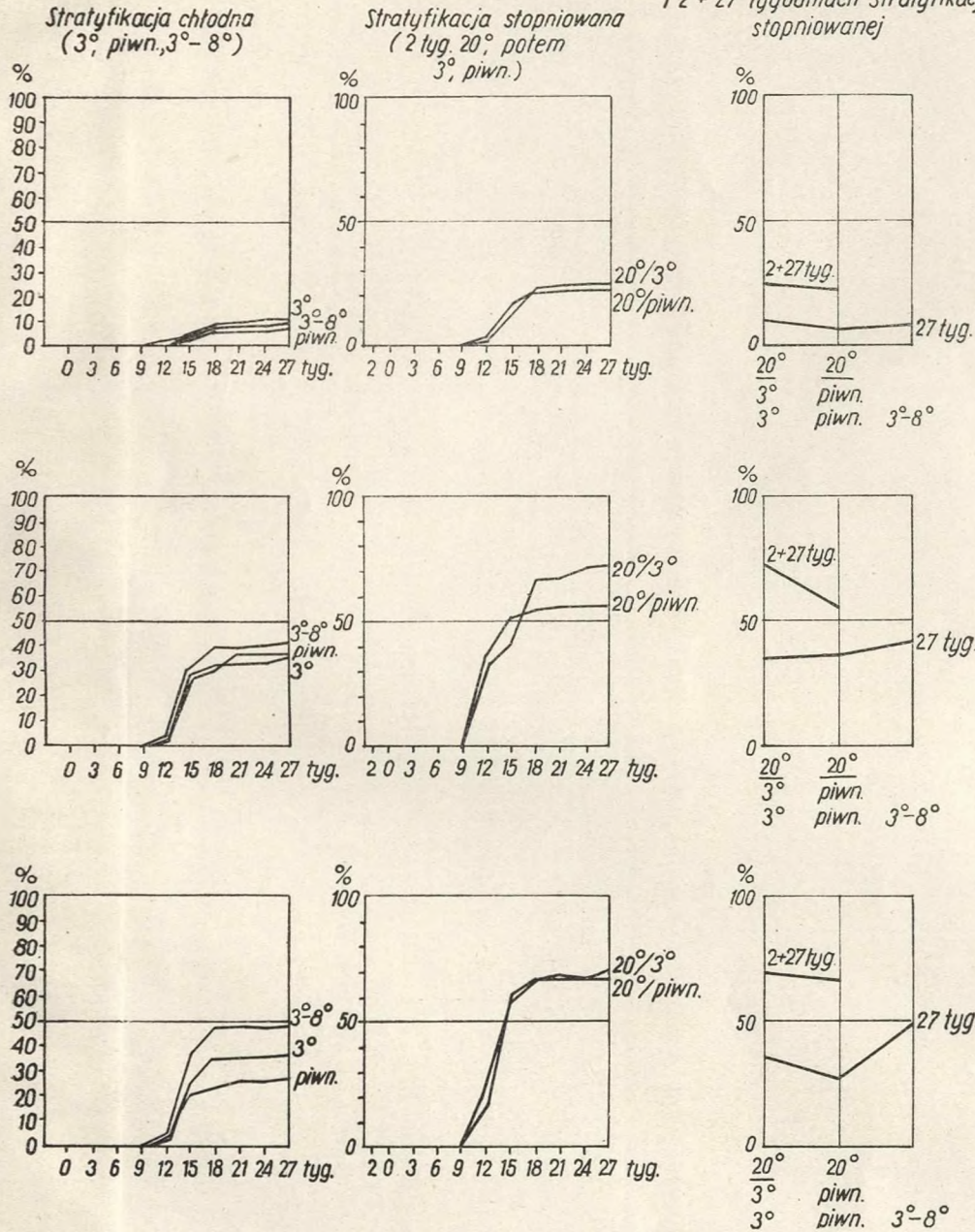
2) Zastosowanie stratyfikacji ciepłej posiada decydujące znaczenie dla polepszenia efektu stratyfikacji chłodnej, układ warunków cieplnych okresu chłodnego (3°C lub piwnica) odgrywa podczas stratyfikacji stopniowanej rolę drugorzędną. Układ warunków cieplnych stratyfikacji wyłącznie chłodnej natomiast (3°C, 3°–8°C, piwnica) przyczynia się w wielu przypadkach do powstania udowodnionych i niekiedy dość wielkich różnic procentu nasion skielkowanych w obrębie tej grupy wariantów.

Kielkowanie nasion podczas stratyfikacji

Procenty nasion skielkowanych po 27 tygodniach stratyfikacji chłodnej i 2 + 27 tygodniach stratyfikacji stopniowanej

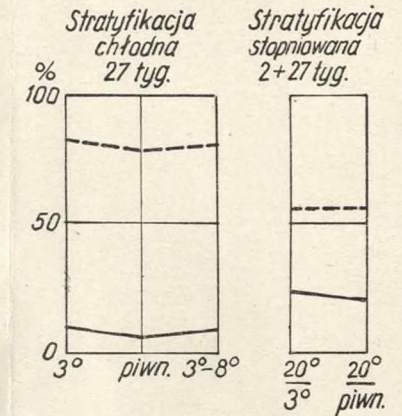
Tabele istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 27 tygodnia stratyfikacji chłodnej i 2 + 27 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Zdrowotność nasion po stratyfikacji



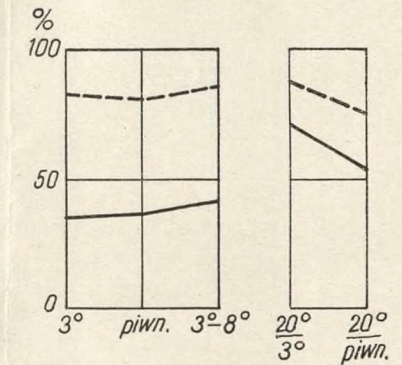
Prunus mahaleb CNOS nr 729, 1959 mies.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	2,60				
	20°/piwn.		3,66			



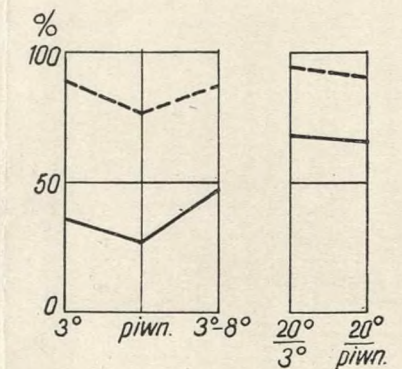
Prunus mahaleb CNOS nr 648, 1959 mies.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	2,07				
	20°/piwn.		1,52			



Prunus mahaleb CNOS 1959 mies.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,91				
	20°/piwn.		2,51			



Objaśnienie: - - - - - zdrowotność końcowa
 ————— nasiona skielkowane

Rys. 15. Wyniki doświadczenia 9a. Przebieg kielkowania nasion antypki (*Prunus mahaleb* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (27 tyg.) i stopniowanej (2 + 27 tyg.) oraz zdrowotność nasion po stratyfikacji
 Fig. 15. Results of experiment 9a. Germination of mahaleb cherry (*Prunus mahaleb* L.) seeds during cold stratification (27 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 27 weeks). Seed viability after stratification

3) W porównaniu z analogicznym układem warunków cieplnych okresu chłodnego zapewnia stratyfikacja stopniowana niekiedy nieznaczną, zazwyczaj jednak kilkakrotną przewagę pod względem ilości nasion skielkowanych (współczynnik skuteczności od 1,25 do 8,77).

4) Kielkowanie ałyczy rozpoczyna się między 9 a 12 tygodniem, kończy do 18 tygodnia okresu chłodnego, stratyfikacja stopniowana przyspiesza nieco początek kielkowania.

Stratyfikacja pestek czeremchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) — doświadczenie 9c

Stratyfikacja stopniowana zapewnia i tu przewagę pod względem ilości nasion skielkowanych, nie jest ona jednak tak wyraźna, jak u nasion czereśni, ałyczy czy antypki (rys. 17). Przyczyna tkwi w wyraźnie korzystnym oddziaływaniu samej stratyfikacji chłodnej na proces ustępowania spoczynku nasion czeremchy amerykańskiej. W odróżnieniu od wyników stratyfikacji pestek pozostałych gatunków, różnice między poszczególnymi wariantami w obrębie grupy chłodnej czy ciepło-chłodnej były znacznie wyraźniejsze. W pierwszej stratyfikacja w temperaturze zmiennej w cyklu dobowym (3° — 8°C) zapewniała zawsze wyższy procent nasion skielkowanych niż stratyfikacja w piwnicy. Nasiona stratyfikowane w stałej temperaturze 3°C kielkowały w zależności od partii pestek w procencie pośrednim, raz zbliżonym bardziej do wyniku w temperaturze zmiennej, raz do wyniku w temperaturze piwnicy.

Stratyfikacja stopniowana zapewniała w stosunku do analogicznej kombinacji temperatury stratyfikacji chłodnej zawsze udowodnioną przewagę, wyrażał ją współczynnik skuteczności wahający się między 1,21 a 1,50. W grupie wariantów stratyfikacji stopniowanej kombinacja z temperaturą 3°C w okresie chłodnym górowała zawsze nad kombinacją ze stratyfikacją w piwnicy. Zdrowotność końcowa była po stratyfikacji chłodnej zawsze niższa niż po jakimkolwiek wariantcie stratyfikacji stopniowanej.

Wnioski z doświadczenia 9c:

1) Nasiona czeremchy amerykańskiej reagują podwyżką procentu nasion skielkowanych na zastosowanie stratyfikacji stopniowanej z dwutygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C .

2) Na procent nasion skielkowanych podczas stratyfikacji wpływa w sposób istotny, tak zastosowanie stratyfikacji ciepłej przed chłodną, jak i rodzaj układu warunków cieplnych okresu chłodnego. Podczas stratyfikacji chłodnej najlepsze wyniki zapewnia stratyfikacja w temperaturze zmiennej 3° — 8°C , pośrednie — stratyfikacja w 3°C , najgorsze — stratyfikacja w piwnicy. Podczas stratyfikacji stopniowanej wariant $20^{\circ}\text{C}/3^{\circ}\text{C}$ góruje nad wariantem $20^{\circ}\text{C}/\text{piwnica}$.

3) W porównaniu z analogicznym układem warunków cieplnych okresu chłodnego zapewnia stratyfikacja stopniowana wyraźną i zawsze udowodnioną podwyżkę procentu nasion skielkowanych (współczynnik skuteczności 1,21 do 1,50).

4) Kielkowanie nasion czeremchy amerykańskiej rozpoczyna się w 9 tygodniu kończy w 18—21 tygodniu okresu chłodnego, tak podczas stratyfikacji stopniowanej, jak chłodnej.

Stratyfikacja pestek moreli (*Prunus armeniaca* L.) — doświadczenie 9d

Nasiona moreli reagowały podczas doświadczeń nad stratyfikacją odmiennie niż nasiona pozostałych gatunków (rys. 18). Stratyfikacja chłodna stwarzała tak korzystne warunki dla ustępowania spoczynku, że bez względu na zastosowany układ warunków cieplnych (3°C, 3°—8°C, piwnica) nasiona kiełkowały w bardzo wysokim procencie, bo od 75% do 100%. W przeważającej większości przypadków różnice między średnimi procentami nasion skielkowanych nie były ze statystycznego punktu widzenia istotne, widoczny był jednak opóźniający kiełkowanie wpływ stratyfikacji w temperaturze 3°C.

Zastosowanie stratyfikacji stopniowanej podwyższało i tak już wysoki procent nasion skielkowanych tam, gdzie po równolegle przeprowadzonej stratyfikacji chłodnej pozostawała pewna rezerwa nasion nie skielkowanych. W tych przypadkach, w których procent nasion skielkowanych podczas stratyfikacji chłodnej był bardzo wysoki i zbliżony do 100%, tam efekt stratyfikacji stopniowanej był podobny, a różnice między obydwojma sposobami stratyfikacji nieistotne. Oznacza to, że stratyfikacja stopniowana z dwutygodniowym okresem ciepłym nie wywiera wpływu ujemnego.

Zdrowotność końcowa utrzymywała się we wszystkich kombinacjach i wszystkich partiach badanych nasion na wysokim poziomie.

Wnioski z doświadczenia 9d:

1) Nasiona moreli pochodzące z rosnących w Kórniku drzew znajdują nadzwyczaj korzystne dla ustępowania spoczynku warunki cieplne w każdym z zastosowanych wariantów stratyfikacji chłodnej (3°C, 3°—8°C, piwnica).

2) Stratyfikacja stopniowana z dwutygodniowym okresem stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C nie pogarsza wyników stratyfikacji. W tych przypadkach, w których nie wszystkie nasiona kiełkują podczas stratyfikacji chłodnej, zapewnia stratyfikacja stopniowana dalsze podwyższenie procentu nasion kiełkujących.

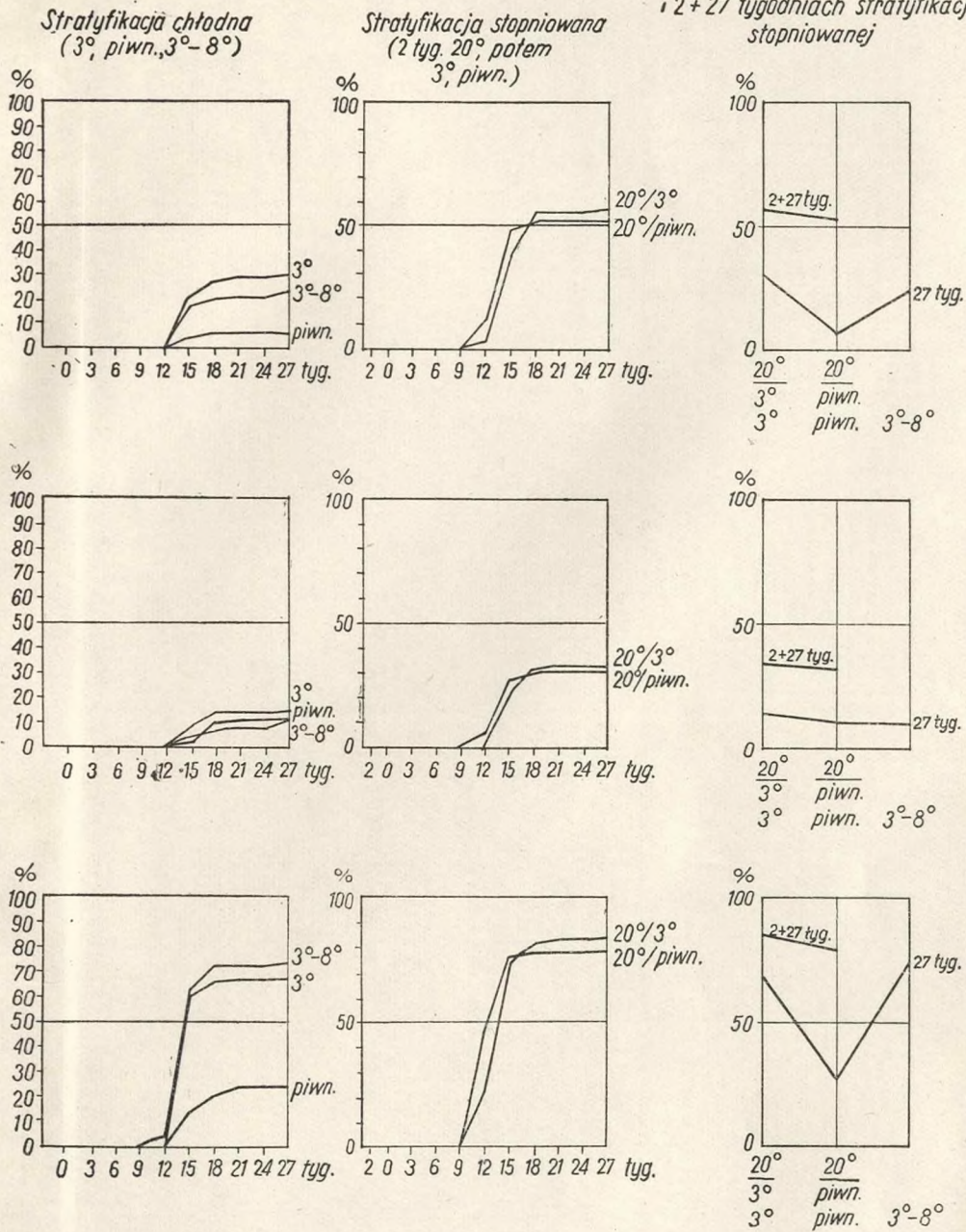
3) Zmienna temperatura okresu chłodnego przyczynia się tak podczas stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej do przyspieszenia kiełkowania nasion, nie wpływa natomiast na ilość nasion kiełkujących.

4) Kielkowanie pierwszych nasion moreli przypada na 9—12 tydzień stratyfikacji, ostatnie nasiona kiełkują w 18—21 tygodniu okresu chłodnego zarówno podczas stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej.

D. BADANIA NAD WSKAŹNIKAMI STANU FIZJOLOGICZNEGO STRATYFIKOWANYCH NASION CZEREŚNI DZIKIEJ

Ustalenie warunków termicznych korzystnych dla przebiegu procesu ustępowania spoczynku nasion umożliwiło podjęcie badań, których celem było opra-

Kielkowanie nasion podczas stratyfikacji



Tabele istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 27 tygodnia stratyfikacji chłodnej wzgl. do 2+27 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Prunus cerasifera var. *divaricata* CNOS nr 739, 1959 miesz.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,92				
	20°/piwn.		8,77			

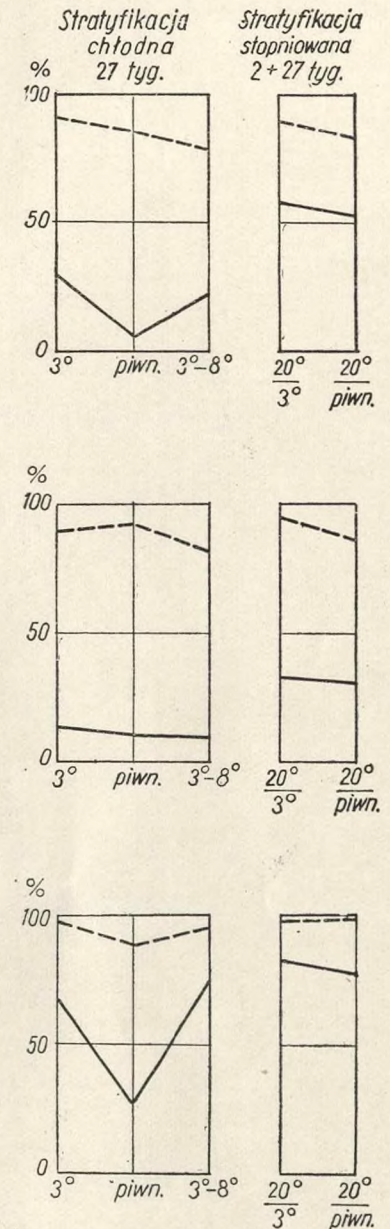
Prunus cerasifera var. *divaricata* CNOS nr 757, 1959 miesz.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	2,34				
	20°/piwn.		3,01			

Prunus cerasifera var. *divaricata* Kórnik 1959 miesz.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,25				
	20°/piwn.		3,27			

Zdrowotność nasion po stratyfikacji



Objaśnienie: - - - - - zdrowotność końcowa
 ————— nasiona skielkowane

Rys. 16. Wyniki doświadczenia 9b. Przebieg kiełkowania nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) podczas stratyfikacji chłodnej (27 tyg.) i stopniowanej (2 + 27 tyg.) oraz zdrowotność zarodków po stratyfikacji
 Fig. 16. Results of experiment 9b. Germination of cherry plum (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) seeds during cold stratification (27 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 27 weeks). Embryo viability after stratification

Figure 12: Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon.

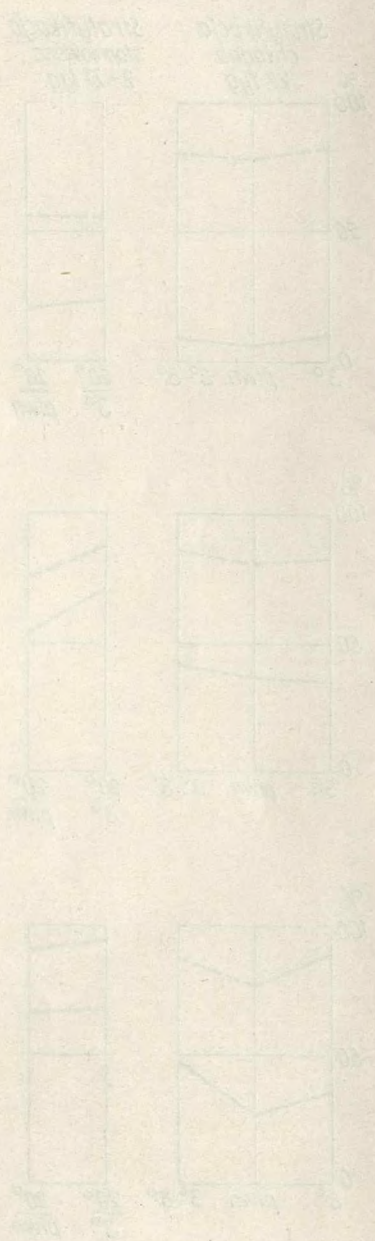


Figure 13: Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon.

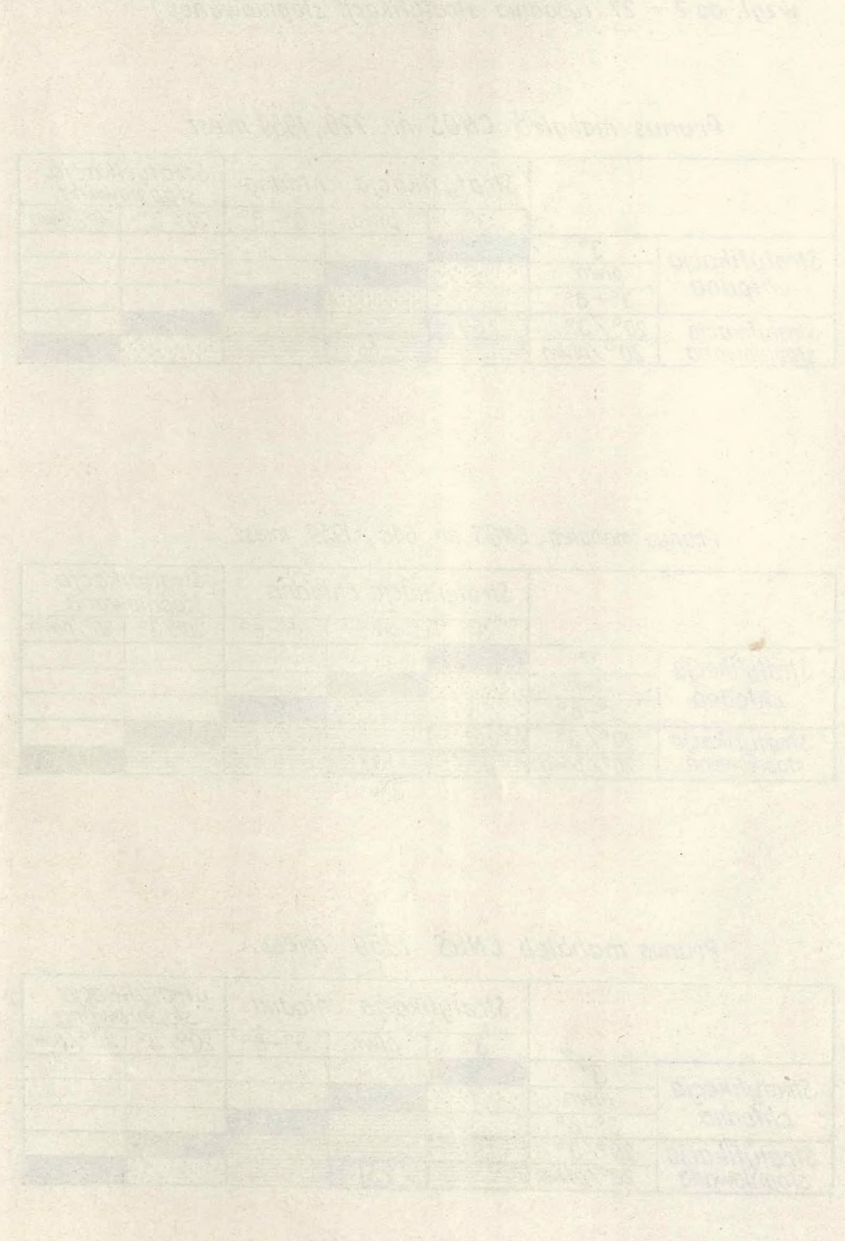


Figure 14: Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon.

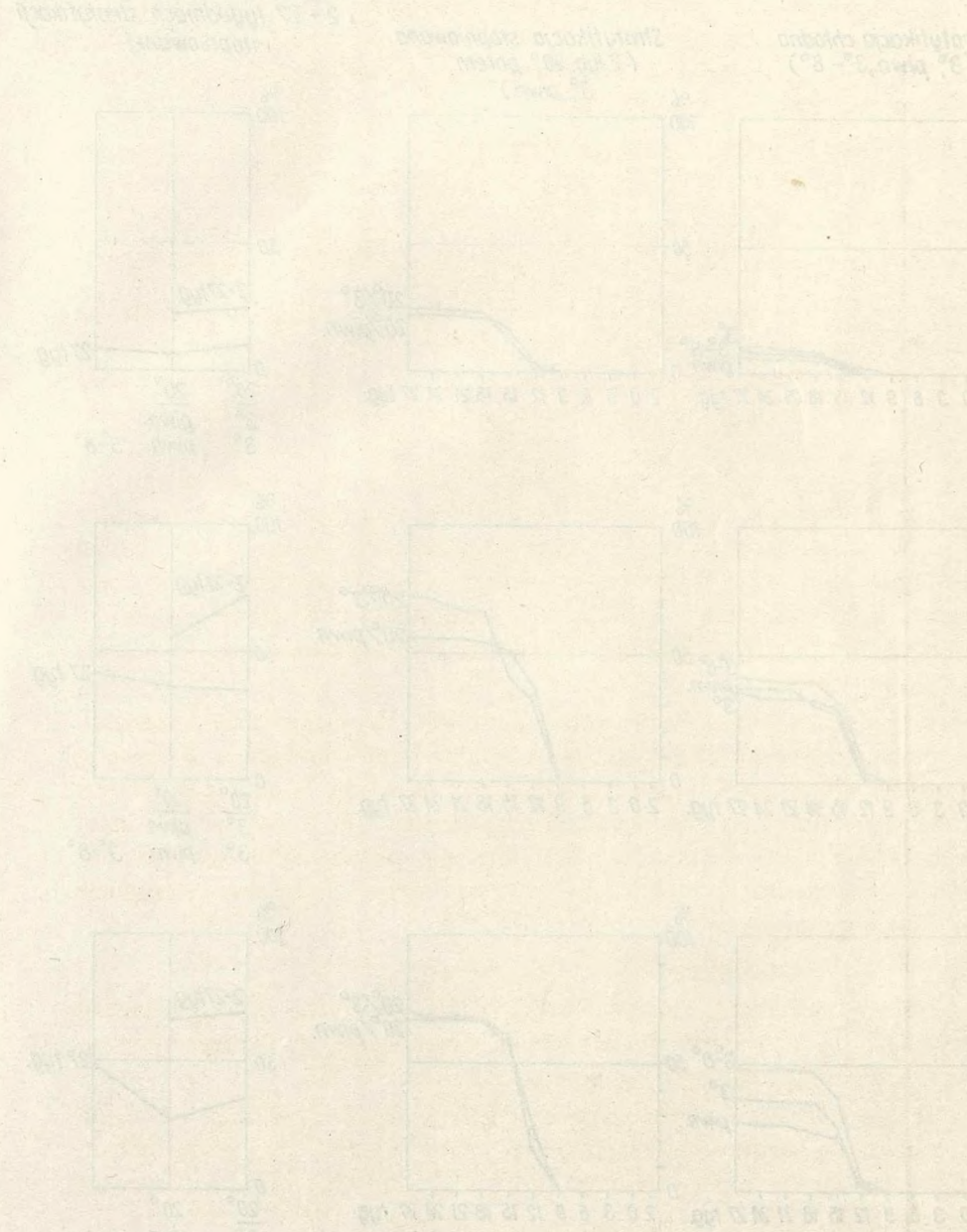


Fig. 12. Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon. Fig. 13. Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon. Fig. 14. Results of experiment for elimination of methyl styrene (lower column) and styrene (upper column) by adsorption on activated carbon.

Kielkowanie nasion podczas stratyfikacji

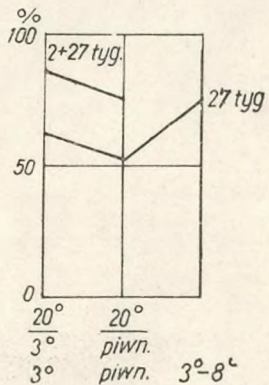
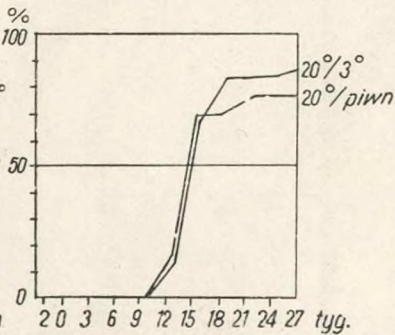
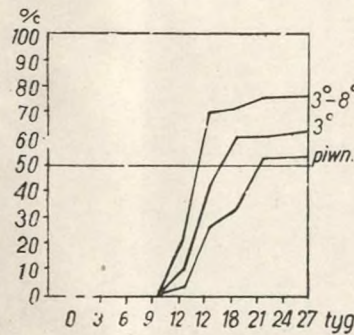
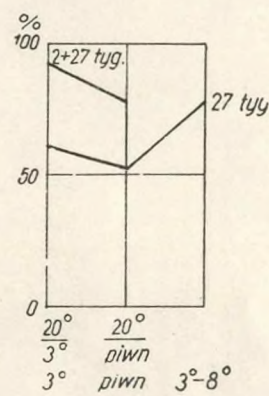
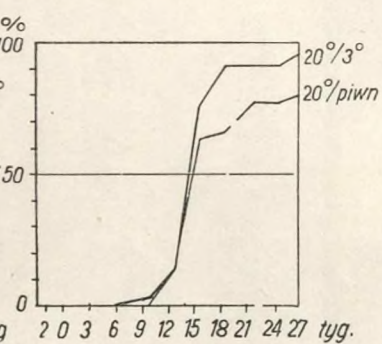
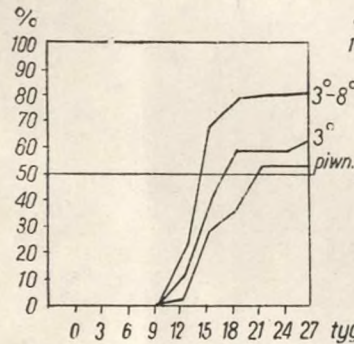
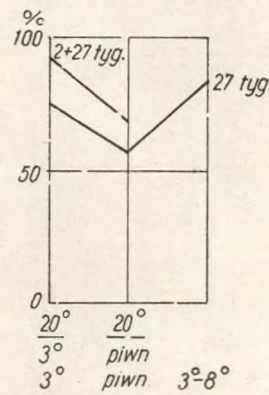
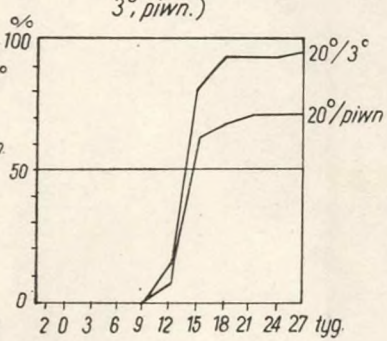
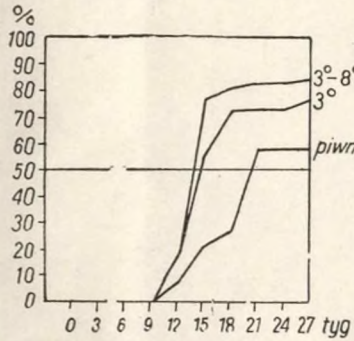
Procenty nasion skielkowanych po 27 tygodniach stratyfikacji chłodnej i 2 + 27 tygodniach stratyfikacji stopniowanej

Tabele istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 27 tygodnia stratyfikacji chłodnej wzgl. do 2 + 27 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Zdrowotność nasion po stratyfikacji

Stratyfikacja chłodna (3°, piwn., 3°-8°)

Stratyfikacja stopniowana (2 tyg. 20°, potem 3°, piwn.)



Prunus serotina CNOS nr 705, 1959 miesz.

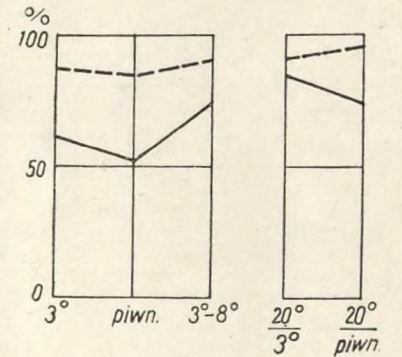
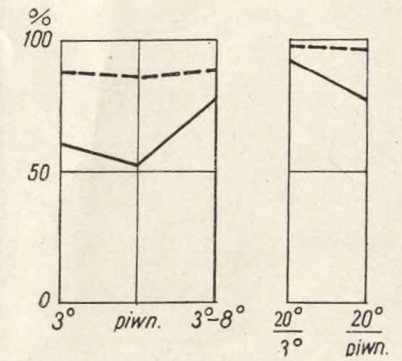
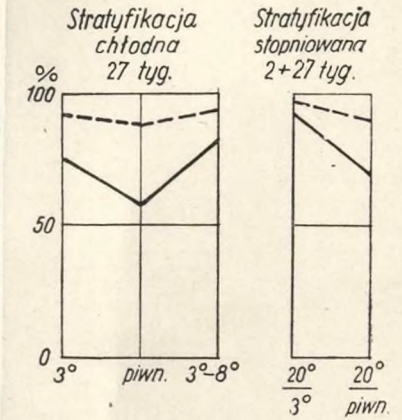
		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,24				
	20°/piwn.		1,21			

Prunus serotina CNOS nr 693, 1959 miesz.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,50				
	20°/piwn.		1,49			

Prunus serotina CNOS nr 706, 1959 miesz.

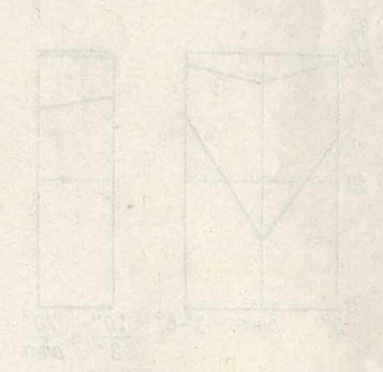
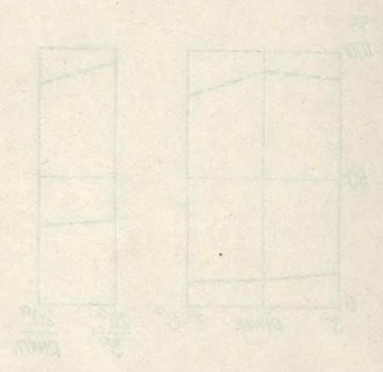
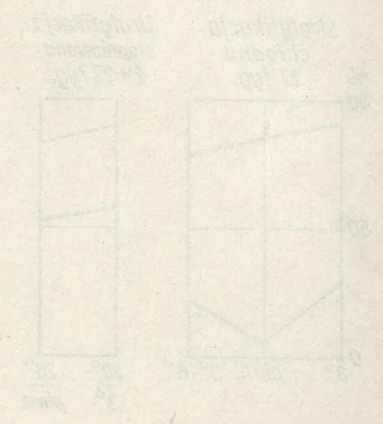
		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,37				
	20°/piwn.		1,44			



Objaśnienie: - - - zdrowotność końcowa
 — nasiona skielkowane

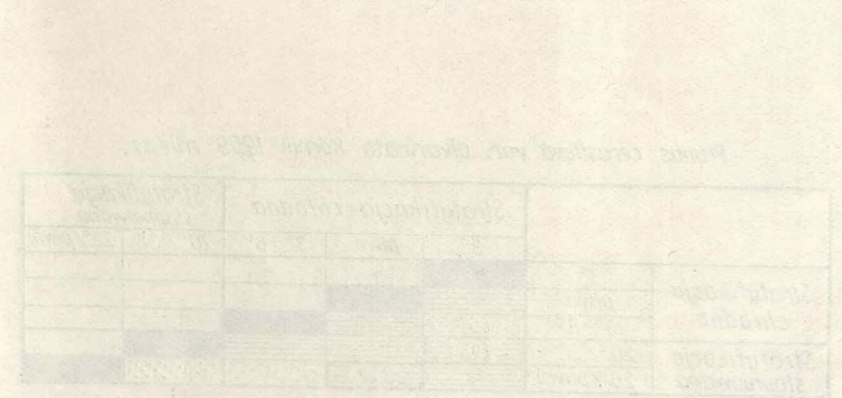
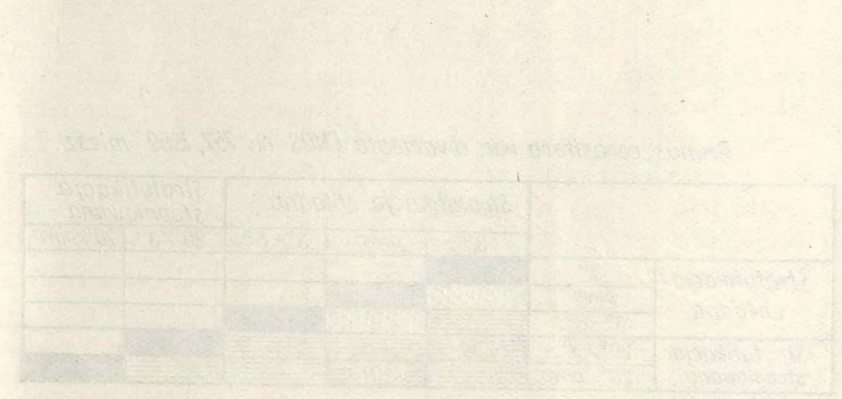
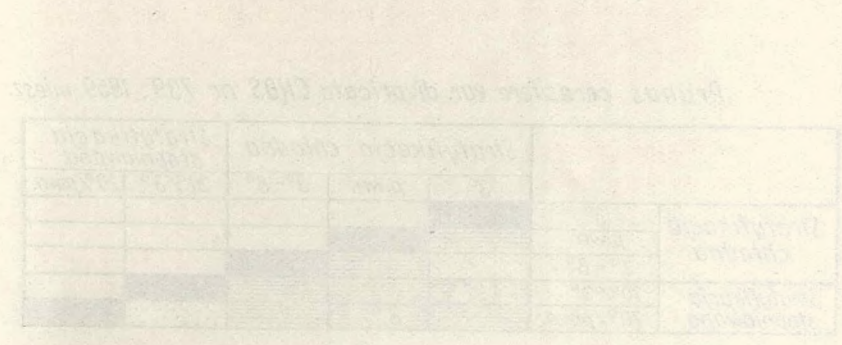
Rys. 17. Wyniki doświadczenia 9c. Przebieg kielkowania nasion czeremchy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) podczas stratyfikacji chłodnej (27 tyg.) i stopniowanej (2 + 27 tyg.) oraz zdrowotność zarodków po stratyfikacji
 Fig. 17. Results of experiment 9c. Germination of *Prunus serotina* Ehrh. seeds during cold stratification (27 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 27 weeks). Embryo viability after stratification

Wzrostek, waga
w sztyku



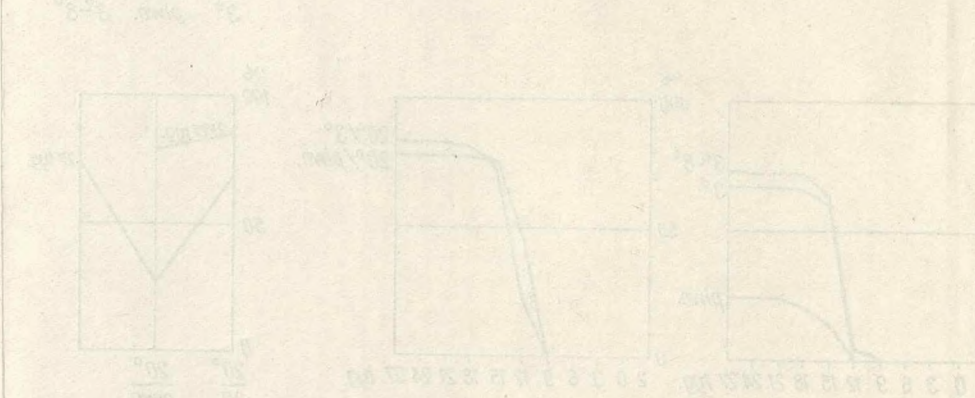
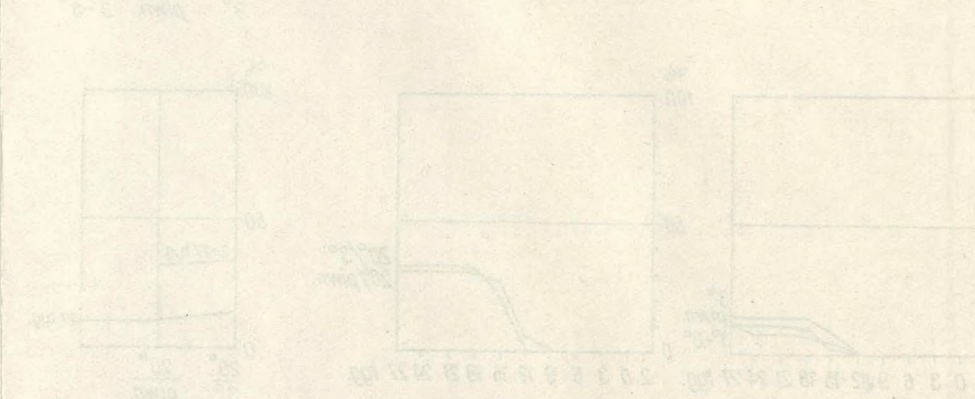
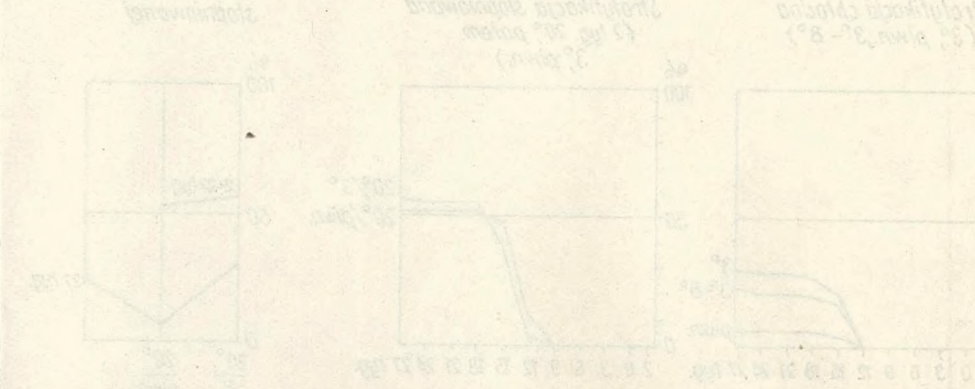
Wzrostek, waga w sztyku
Wzrostek, waga w sztyku

Wzrostek, waga w sztyku
Wzrostek, waga w sztyku



Wzrostek, waga w sztyku
Wzrostek, waga w sztyku

Wzrostek, waga w sztyku
Wzrostek, waga w sztyku



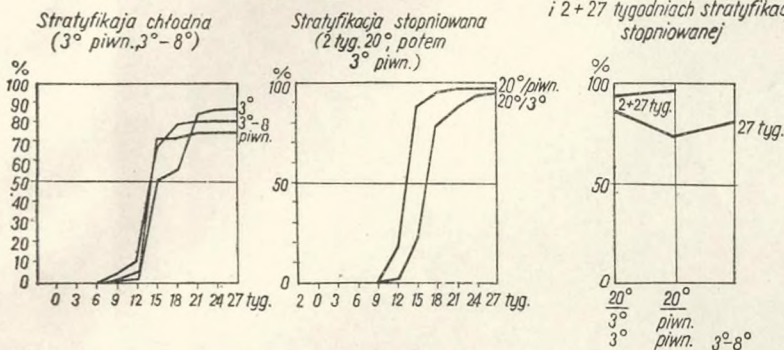
Wzrostek, waga w sztyku
Wzrostek, waga w sztyku

Kielkowanie nasion podczas stratyfikacji

Procenty nasion skielkowanych po 27 tygodniach stratyfikacji chłodnej i 2+27 tygodniach stratyfikacji stopniowanej

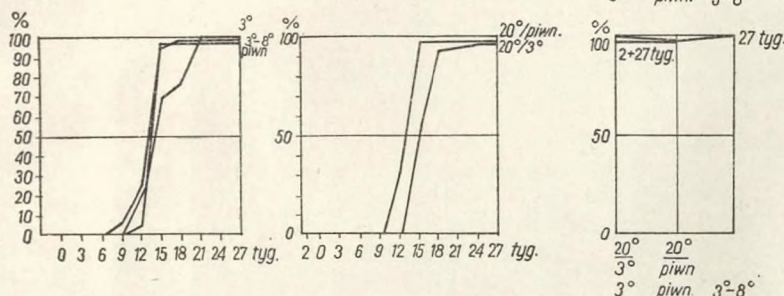
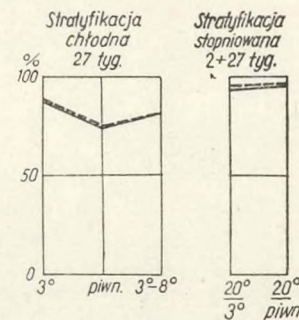
Tabele istotności różnic średnich arytmetycznych (procentów nasion skielkowanych do 27 tygodnia stratyfikacji chłodnej wzgl. do 2+27 tygodnia stratyfikacji stopniowanej)

Zdrowotność nasion po stratyfikacji



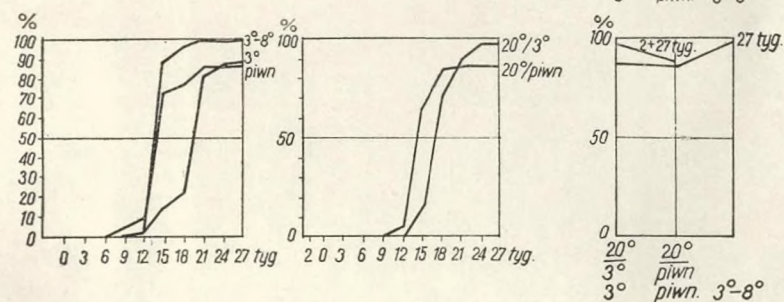
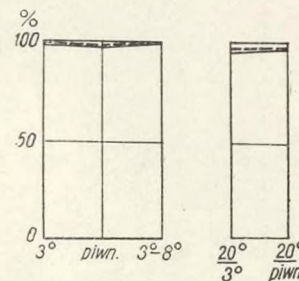
Prunus armeniaca nr 1 Kórnik, 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,08				
	20°/piwn.		1,28			



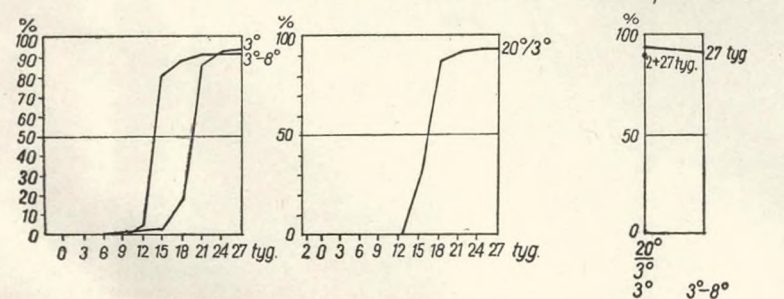
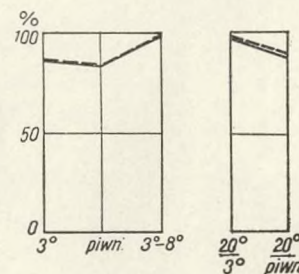
Prunus armeniaca nr 2 Kórnik, 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	0,96				
	20°/piwn.		0,99			



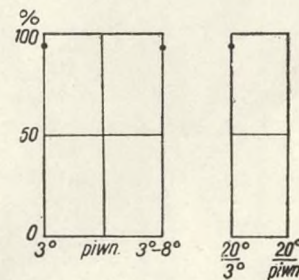
Prunus armeniaca nr 3 Kórnik, 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna			Stratyfikacja stopniowana	
		3°	piwn.	3°-8°	20°/3°	20°/piwn.
Stratyfikacja chłodna	3°					
	piwn.					
	3°-8°					
Stratyfikacja stopniowana	20°/3°	1,10				
	20°/piwn.		1,00			



Prunus armeniaca nr 4 Kórnik, 1959 ind.

		Stratyfikacja chłodna		Strat. stopn.
		3°	3°-8°	20°/3°
Stratyfikacja chłodna	3°			
	3°-8°			
Strat. stopn.	20°/3°	1,00		



Objaśnienie:

--- zdrowotność końcowa
 — nasiona skielkowane

Rys. 18. Wyniki doświadczenia 9d. Przebieg kielkowania nasion moreli (*Prunus armeniaca* L.) podczas stratyfikacji chłodnej (27 tyg.) i stopniowanej (2 + 27 tyg.) oraz zdrowotność zarodków po stratyfikacji

Fig. 18. Results of experiment 9d. Germination of apricot (*Prunus armeniaca* L.) seeds during cold stratification (27 weeks) and warm followed by cold stratification (2 + 27 weeks). Embryo viability after stratification

cowanie wskaźników stanu fizjologicznego nasion. Badania takie przeprowadzono w sezonie 1959/60 r.

Pierwszym widocznym znakiem, świadczącym o przejściu nasienia do stanu wzmożonej aktywności życiowej jest w przypadku nasion dzikiej czereśni pęknięcie pestek. Objaw ten nie jest jednak dowodem gotowości zarodka do kiełkowania, ponieważ zdarza się często, że w warunkach korzystnych dla pęknięcia pestek nasiona zawarte w takich pestkach nie kiełkują. Dążono zatem do znalezienia takich wskaźników, które mogłyby dostarczyć informacji o stanie fizjologicznym tkanek nasion przed wystąpieniem zewnętrznych objawów tego stanu, takich np. jak pęknięcie pestek lub przebicie okryw nasiennych przez rosnący korzonek zarodka. Chęć prześledzenia zmian zachodzących w stratyfikowanych nasionach od chwili ich napęcznienia do momentu kiełkowania była drugą przyczyną podjęcia tego rodzaju badań. Doświadczeniami objęte zostały następujące zagadnienia:

- a) zmiany zawartości wody w tkankach,
- b) zmiany stosunku suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodka,
- c) zmiany przewodności elektrycznej roztworów elektrolitów przenikających z tkanek okryw nasiennych i zarodków do wody,
- d) zmiany aktywności katalazy wyekstrahowanej z okryw nasiennych i zarodków.

Materiału nasiennego dla przeprowadzenia wszystkich doświadczeń opisanych w niniejszym rozdziale dostarczył duży zapas pestek czereśni dzikiej, dostarczony przez CNOS (*P. avium* CNOS 1959, miesz.). Pestki te poddano w pierw dwutygodniowej stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C, następnie zaś stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°C, trwającej 18 tygodni. Analizy wykonywano na początku i końcu stratyfikacji ciepłej, następnie zaś podczas stratyfikacji chłodnej pobierano próbki do analiz kilkakrotnie do momentu pojawienia się pierwszych pestek pękniętych. Po wystąpieniu widocznych oznak ustępowania spoczynku o terminach dalszych analiz decydował stan najbardziej zaawansowanych w tym procesie nasion. Tak więc nasiona pobierano, gdy przechodziły one przez następujące fazy: słabe pęknięcie pestek, silne pęknięcie pestek, początek kiełkowania (korzonek o długości do 3 mm), zaawansowana faza kiełkowania (korzonek o długości do 15 mm). W każdym z terminów określonych przez wymienione powyżej symptomy pobierano do analiz również nasiona o niższym stopniu zaawansowania w procesie ustępowania spoczynku. Należało się liczyć z faktem, że nawet po zakończeniu kiełkowania w stratyfikowanej partii pestek znajdować się będą nie kiełkujące, zdrowe nasiona, tzw. nasiona przelegujące. Fizjologiczny stan takich nasion interesował mnie w nie mniejszym stopniu niż stan nasion kiełkujących.

Zawartość wody w pestkach i nasionach — doświadczenie 10

Zagadnieniu temu poświęcono uwagę już w latach 1958/59, przedmiotem zainteresowania był wówczas stan wilgotności nasion i pestek świeżych, pestek i nasion podsuszonych do przechowywania i następnie przechowywanych luzem

w chłodnych pomieszczeniach i w zamkniętych szczelnie, do połowy napełnionych butlach, umieszczonych w komorach o temperaturze 3°C. Do badań tych użyto pestek z 3 traktowanych indywidualnie drzew dzikiej czereśni rosnących w Kórniku. Pestki po podsuszeniu przechowywano przez 9 i 18 tygodni obydwoma wspomnianymi wyżej sposobami. Koniec 18 tygodnia przechowywania przypadł na dzień 1 grudnia, mniej więcej w tym terminie stratyfikuje się w praktyce szkółkarskiej pestki czereśni. Wyniki doświadczenia przedstawiono na rys. 19. Z wykresów obrazujących zmiany stopnia wilgotności wynika, że podsuszenie, które jest koniecznym warunkiem przygotowania pestek do przechowywania, powoduje nierównomierną utratę wody przez skorupę pestki i zawarte w niej nasienie. O ile świeże, całe pestki zawierały 26–32% wody, same skorupki pestek 19–20% wody, a nasiona 38–55% wody, to po podsuszeniu wilgotność całych pestek spadła do 10–11%, skorupki do 11,5–12%, a samych nasion do 6,6–7,3%. Zarówno po 9 jak i 18 tygodniach przechowywania zawartość wody pestek, skorupki i nasion nie ulegała już poważniejszym zmianom. Wilgotność pestek przechowywanych luzem podlegała wprawdzie większym wahaniom niż wilgotność pestek przechowywanych w butlach, wahania te nie odbiegały jednak zbyt od wilgotności wyjściowej, ustalonej po podsuszeniu. Poziom wilgotności całych, podsuszonych pestek stwierdzony w tym doświadczeniu nie przyczynił się do obniżenia stanu zdrowotności nasion ani ich zdolności do kiełkowania, co sprawdzono w innym, nie opisanym tu doświadczeniu. W większości podręczników szkółkarskich można znaleźć wskazówki zalecające podsuszanie pestek przy utrzymaniu znacznie wyższego procentu wilgotności.

W sezonie 1959/60 r. badano wilgotność podsuszonych pestek różnych gatunków z podrodziny *Prunoideae*, używanych równocześnie do doświadczeń 9a, 9b, 9c i 9d. Okazało się, że procenty wilgotności pestek i nasion zachowujących pełną zdolność do kiełkowania zawierały się w granicach przedstawionych w tab. 3.

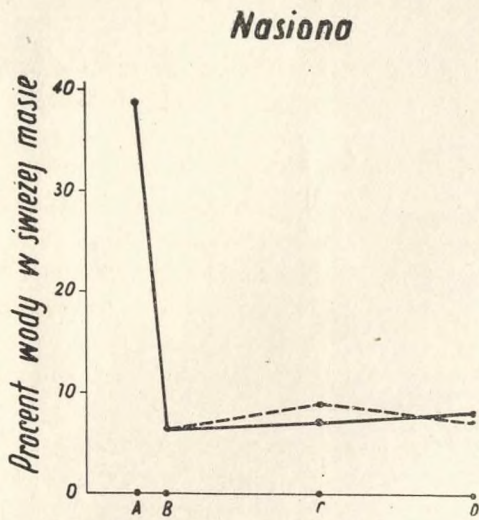
Tabela 3

Wilgotność całych pestek, nasion i skorupki pestek różnych gatunków z rodzaju *Prunus* podczas przechowywania podsuszonych pestek przed stratyfikacją

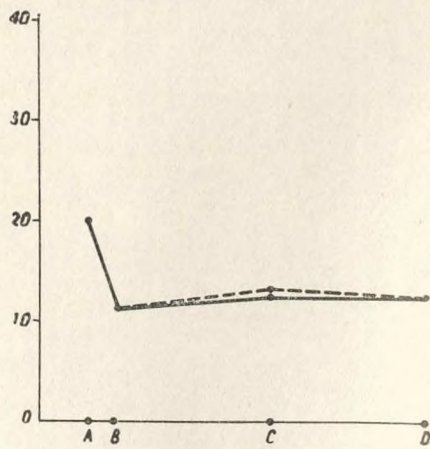
Moisture of whole stones, seeds and shells of various species of the genus *Prunus* L. during the storage of dried seeds before stratification

Gatunek	Całe pestki	Nasiona	Skorupki
<i>Prunus avium</i>	9,3–9,9%	5,7–8,1%	10,6–11,0%
<i>Prunus mahaleb</i>	8,1–8,3%	7,5–10,0%	8,4–11,0%
<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>divaricata</i>	7,4–8,1%	6,1–6,8%	7,8–8,6%
<i>Prunus serotina</i>	7,2–8,1%	4,9–7,8%	6,8–9,9%
<i>Prunus armeniaca</i>	6,0–6,4%	4,5–4,8%	6,2–6,8%

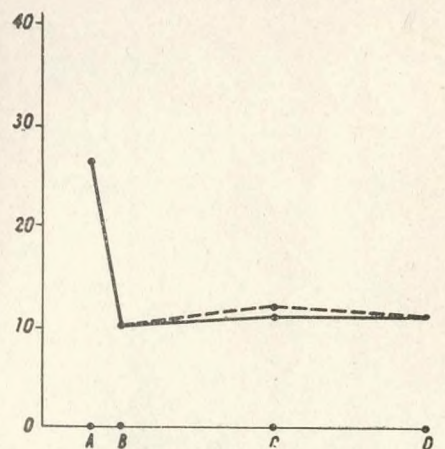
P. avium nr 1 Kórnik 1958 ind.



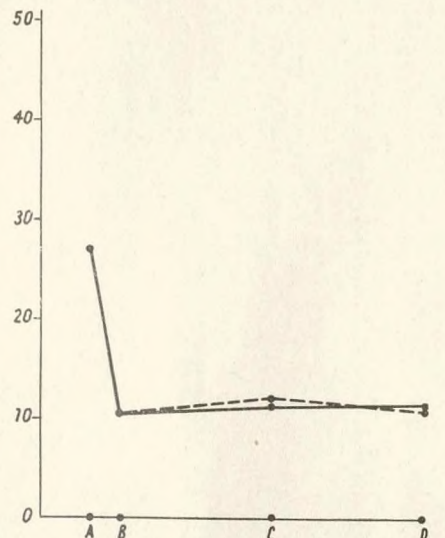
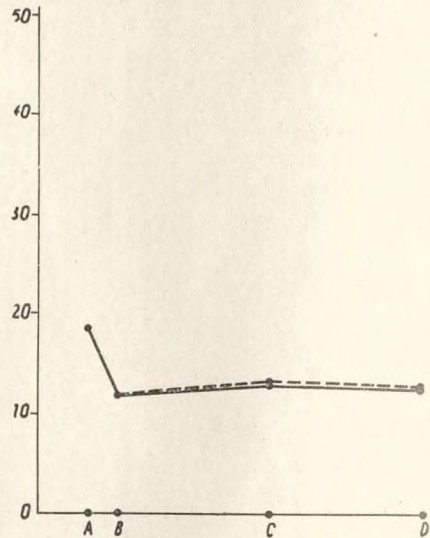
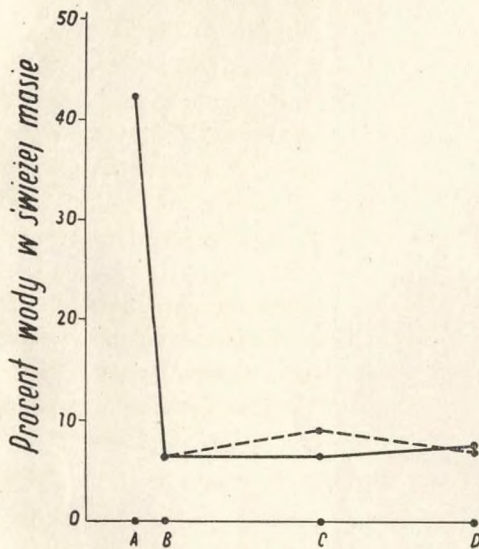
Skorupy pestek



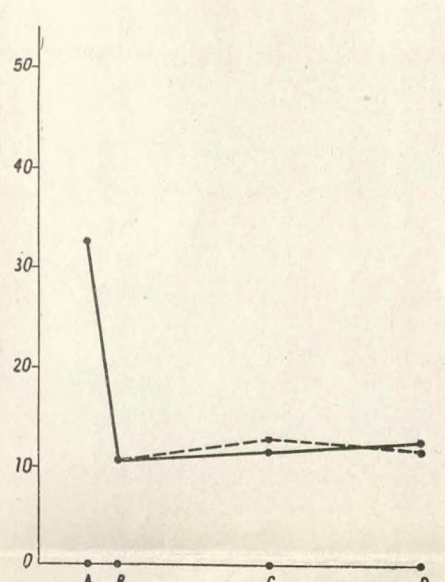
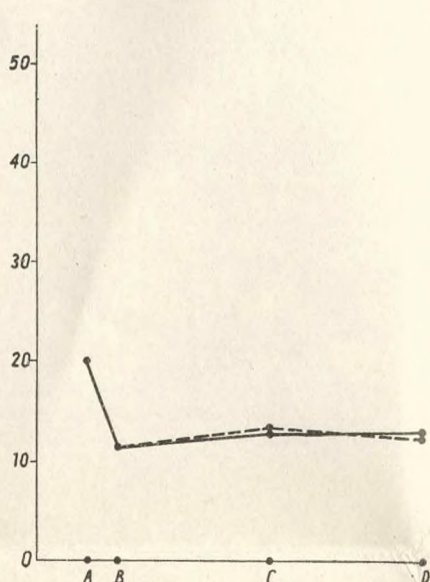
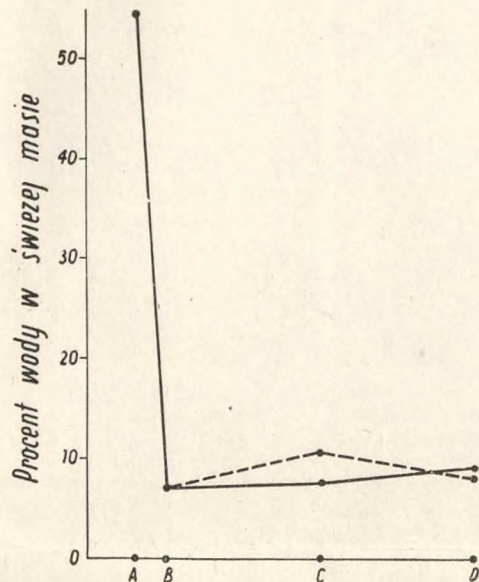
Całe pestki



P. avium nr 4 Kórnik 1958 ind.



P. avium nr 9 Kórnik 1958 ind.



Objaśnienie: ——— przechowywanie pestek w butli w temp. 3°C
 - - - - - przechowywanie pestek luzem w chłodnym miejscu
 A 16. 7. 1958 r. — data zbioru owoców, nasiona świeże
 B 28. 7. 1958 r. — data zakończenia podsuszania pestek, początek przechowywania pestek obydwojma sposobami
 C 29. 9. 1958 r. — data zakończenia przechowywania pestek przez 9 tygodni
 D 1. 12. 1958 r. — data zakończenia przechowywania pestek przez 16 tygodni

Rys. 19. Wyniki doświadczenia 10. Wilgotność całych pestek, nasion i skorup dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) natychmiast po pozyskaniu z owoców (A), po podsuszeniu (B), po 9 (C) i 18 (D) tygodniach przechowywania luzem w workach w chłodnym miejscu oraz w szczelnie zamkniętych butlach w temperaturze 3°C

Fig. 19. Results of experiment 10. Moisture (%) of full stones, seeds and shells of *Prunus avium* L. taken immediately after extraction from the fruit (A), after drying (B), after 9 weeks (C) and 18 weeks (D) of dry storage in sacks in a cool place, and in sealed bottles under temperature of 3°C

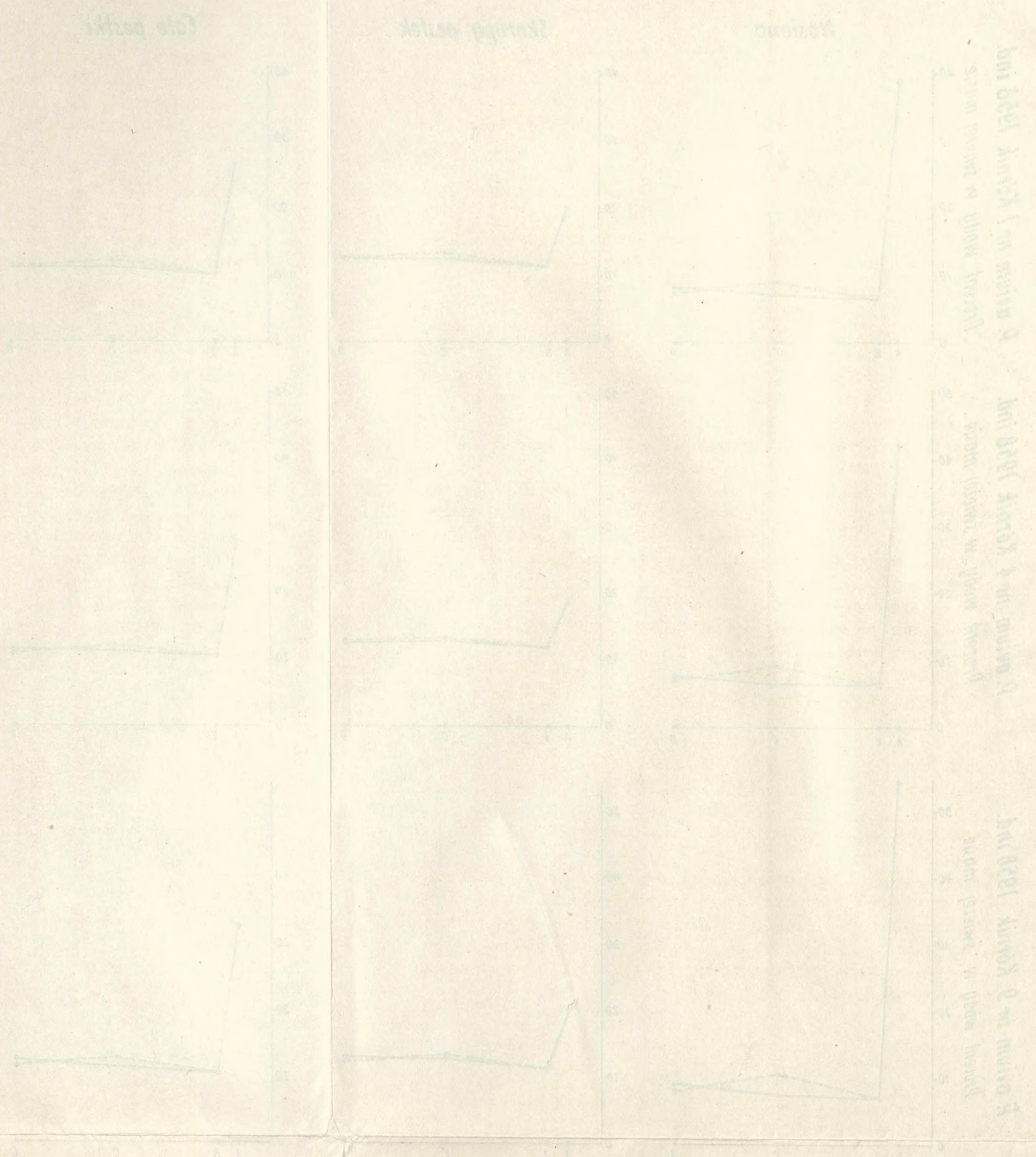


Fig. 12. Results of experiment 20. Molecules (%) of 100 hours, seeds and shells of *Bombus terrestris* after extraction from the milk (A) after drying (B), after 2 weeks (C) and 12 weeks (D) of dry storage in water in a cool tank, and in sealed bottles under atmospheric pressure (E). The curves show the relationship between the weight of the seeds and shells and the weight of the starch. The curves are: (A) after drying, (B) after 2 weeks, (C) after 12 weeks, (D) after 12 weeks in sealed bottles, (E) after 12 weeks in sealed bottles under atmospheric pressure.

Wyniki uzyskane dzięki opisanym powyżej doświadczeniom ułatwiły interpretację wyników doświadczenia przeprowadzonego w sezonie 1959/60 r. nad zmianami zawartości wody w pestkach, nasionach i skorupkach pestek dzikiej czereśni podczas stratyfikacji. Rezultaty tego doświadczenia przedstawiono na rys. 20.

Z przebiegu krzywych wilgotności wynika, że w początkowym, w naszym przypadku ciepłym okresie stratyfikacji stopniowanej następował bardzo szybki wzrost zawartości wody, szybszy w nasionach niż w całych pestkach. Porównanie tych danych z wynikami poprzednich doświadczeń pozwala na wysnucie wniosku, że w początkowym okresie stratyfikacji ulegają rekonstrukcji stosunki wilgotności jakie istniały w pestkach świeżych, dopiero co pozyskanych z owoców.

W następującej po okresie ciepłym stratyfikacji chłodnej panował przez około 7 tygodni stan zastoju, nie było widać jakichś istotnych przesunięć w osiągniętych po stratyfikacji cieplej stosunkach stanu wilgotności pestek, nasion, i skorup. W następnym terminie kontrolnym, który przypadł na 12 tydzień chłodnego okresu stratyfikacji zaszła potrzeba zróżnicowania badanego materiału na pestki nie pęknięte, u których nie stwierdzano nadal żadnych zmian i pestki słabo pęknięte, u których stwierdzono szybki przyrost zawartości wody. W następnych terminach obserwowano w miarę zbliżania się do fazy kiełkowania coraz szybszy wzrost wilgotności pestek spowodowany wzrostem wilgotności nasion. Wilgotność skorup nie podlegała w tym czasie żadnym istotnym zmianom. Na szczególną uwagę zasługuje fakt zachowywania przez nasiona przelegujące niezmiennie takiej samej wilgotności, jaką nabyły w okresie początkowego pęcznienia podczas stratyfikacji cieplej.

Wnioski z doświadczenia 10:

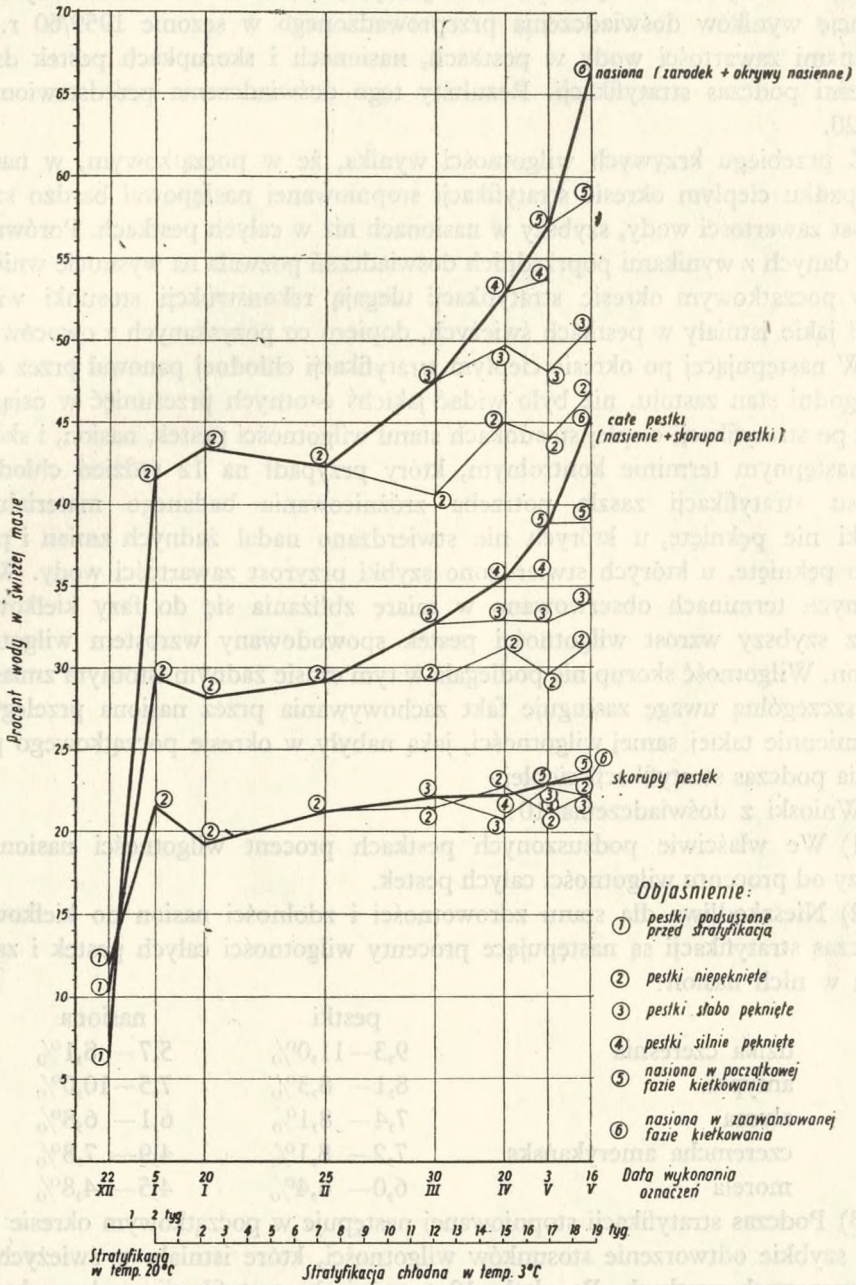
1) We właściwie podsuszonych pestkach procent wilgotności nasion jest niższy od procentu wilgotności całych pestek.

2) Nieszkodliwe dla stanu zdrowotności i zdolności nasion do kiełkowania podczas stratyfikacji są następujące procenty wilgotności całych pestek i zawartość w nich nasion:

	pestki	nasiona
dzika czereśnia	9,3—11,0%	5,7— 8,1%
antypka	8,1— 8,3%	7,5—10,0%
ałyca	7,4— 8,1%	6,1— 6,8%
czereemcha amerykańska	7,2— 8,1%	4,9— 7,8%
morela	6,0— 6,4%	4,5— 4,8%

3) Podczas stratyfikacji stopniowanej następuje w początkowym okresie ciepłym szybkie odtworzenie stosunków wilgotności, które istniały w świeżych, nie podsuszonych pestkach. Po około 10 tygodniach stratyfikacji, podczas których nie zachodzą żadne poważniejsze zmiany, następuje w miarę ustępowania spoczynku coraz szybszy wzrost wilgotności pestek i nasion, u tych ostatnich szybszy niż w całych pestkach.

Prunus avium CNOS 1959 miesz.



Rys. 20. Wyniki doświadczenia 10. Wilgotność całych pestek, nasion i skorup pestek dzięki czeresni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji stopniowanej

Fig. 20. Results of experiment 10. Moisture (%) of full stones, seeds and shells of stones of *Prunus avium* L. during warm followed by cold stratification

4) Nasiona przelegujące zachowują bez zmian wilgotność nabytą po początkowym okresie szybkiego pęcznienia.

5) Stosunki wilgotności ulegają zmianom równocześnie z pojawieniem się zewnętrznych objawów ustępowania spoczynku, są one zatem dobrym wskaźnikiem aktualnego stanu fizjologicznego nasion.

Stosunek suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodka — doświadczenie 11

W końcowym okresie stratyfikacji stwierdzono wzrost suchej masy zarodków i równoczesny spadek suchej masy okryw nasiennych (tab. 4). Dla wyraźniejszego uwidocznienia tej tendencji obliczono stosunki wzajemne wymienionych powyżej suchych mas, wyniki przedstawiono na rys. 21.

Ubytek suchej masy okryw nasiennych stwierdzony w końcowym okresie stratyfikacji można interpretować rozmaicie: przyczyną może być albo uruchomienie i przemieszczenie substancji pokarmowych z bielma do liścieni zarodków, może mieć również miejsce ługowanie rozpuszczalnych w wodzie związków z okryw nasiennych do skorup pestek względnie do otaczającego stratyfikowane pestki piasku z torfem, obydwa procesy mogą również zachodzić równocześnie.

Tabela 4

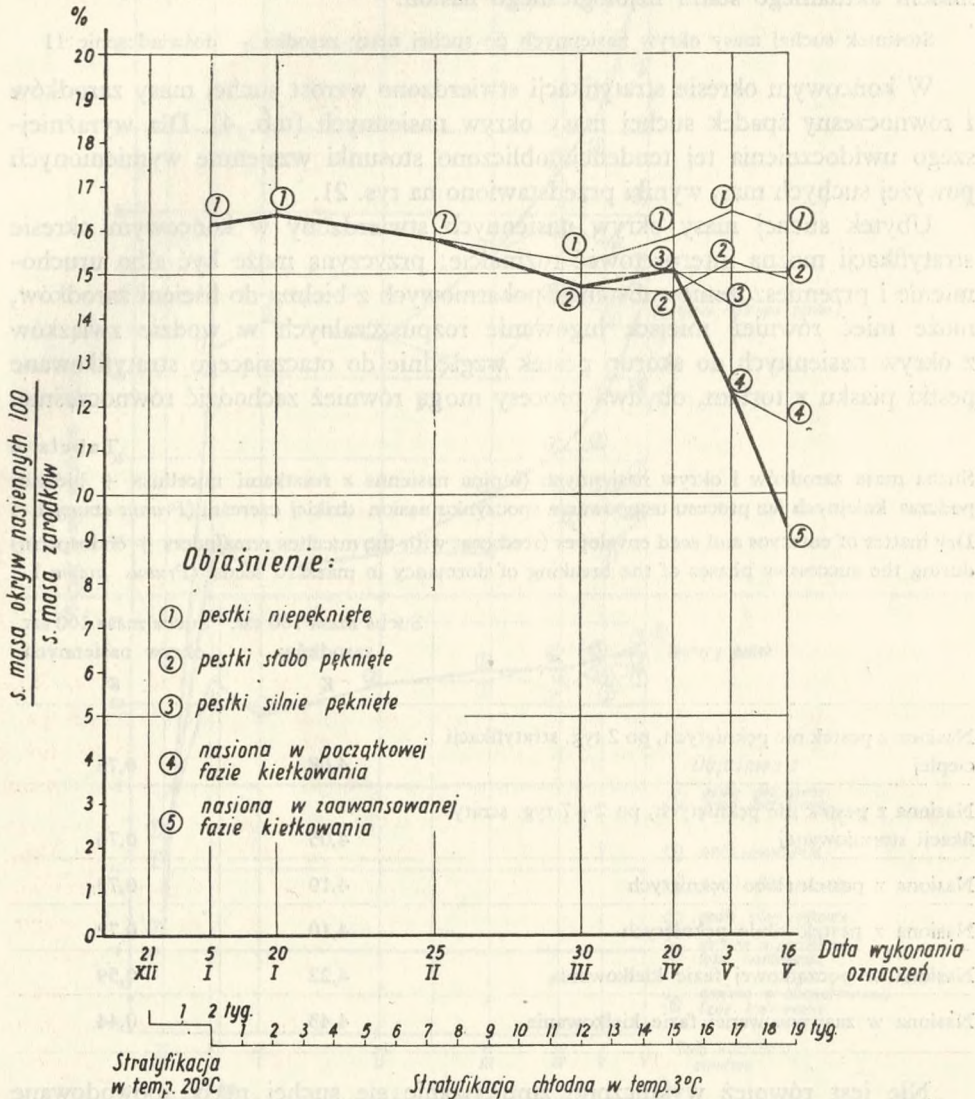
Sucha masa zarodków i okryw nasiennych (łupina nasienna z resztkami nucellusa + bielmo) podczas kolejnych faz procesu ustępowania spoczynku nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.)
Dry matter of embryos and seed envelopes (seed coat with the nucellus remainders + endosperm) during the successive phases of the breaking of dormancy in mazzard seeds (*Prunus avium* L.)

	Sucha masa 100 szt. zarodków g	Sucha masa 100 szt. okryw nasiennych g
Nasiona z pestek nie pękniętych, po 2 tyg. stratyfikacji ciepłej	4,08	0,78
Nasiona z pestek nie pękniętych, po 2+7 tyg. stratyfikacji stopniowanej	4,05	0,76
Nasiona z pestek słabo pękniętych	4,19	0,73
Nasiona z pestek silnie pękniętych	4,10	0,72
Nasiona w początkowej fazie kiełkowania	4,22	0,59
Nasiona w zaawansowanej fazie kiełkowania	4,43	0,44

Nie jest również wykluczone zmniejszanie się suchej masy spowodowane wzmożonym oddychaniem tkanek bielma, jeśli oddychanie takie ma miejsce w okresie kiełkowania zarodka, należy się wreszcie liczyć z działalnością drobnoustrojów atakujących obumierające bielmo. Dla wzrostu suchej masy zarodków nie ma tyłu możliwości wytłumaczenia tego zjawiska, wydaje się, że należy przyjąć za możliwy fakt przemieszczania się substancji pokarmowych z bielma do

zarodka, tym bardziej że wzrost suchej masy zarodków odpowiada wagowo ubytkowi suchej masy okryw nasiennych. Przedstawienie danych zestawionych w tab. 4 w postaci stosunku (rys. 21) daje znacznie bardziej wyraźny obraz zmian

Prunus avium CNOS 1959, miesz.



Rys. 21. Wyniki doświadczenia 11. Procentowy stosunek suchej masy okryw nasiennych (łupina-nasienna z resztkami nucellusa + bielmo) do suchej masy zarodków podczas stratyfikacji stopniowanej pestek dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.).

Fig. 21. Results of experiment 11. Percentage of ratio dry matter of seed-envelopes (seed coat with remainders of the nucellus + endosperm) to embryo during warm followed by cold stratification of mazzard (*Prunus avium* L.) stones

zachodzących w stosunkach wagowych poszczególnych części nasienia w okresie kiełkowania. Poprzedzające kiełkowanie objawy zewnętrzne ustępowania spoczynku nie znajdują jednak żadnego odbicia w podanych powyżej liczbach.

Wnioski z doświadczenia 11:

1) Zmiana stosunku wagowego suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodka następuje dopiero w początkowej fazie kiełkowania nasienia.

2) Stosunek suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodka jest nieprzydatny jako wczesny wskaźnik stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion czereśni dzikiej.

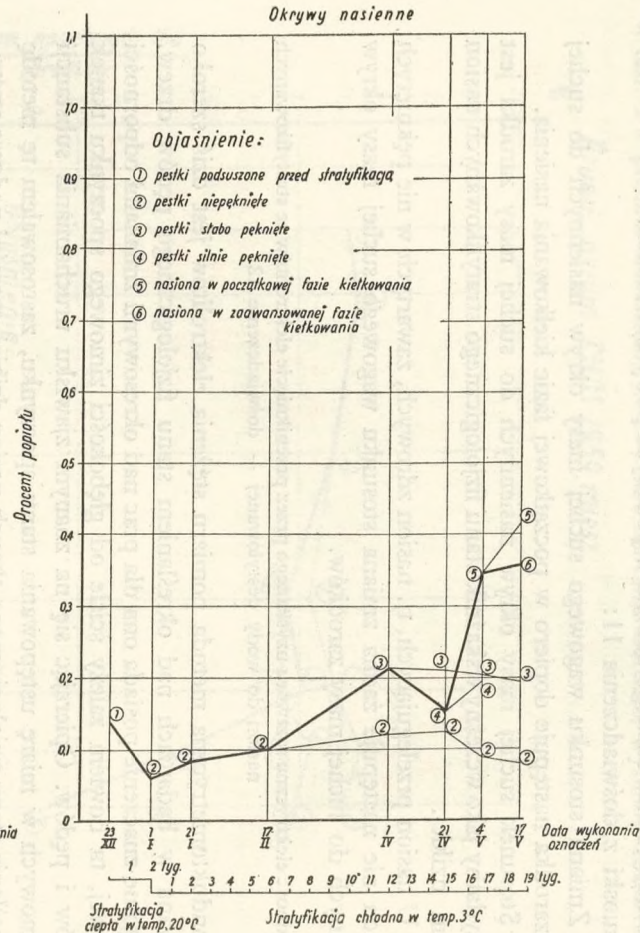
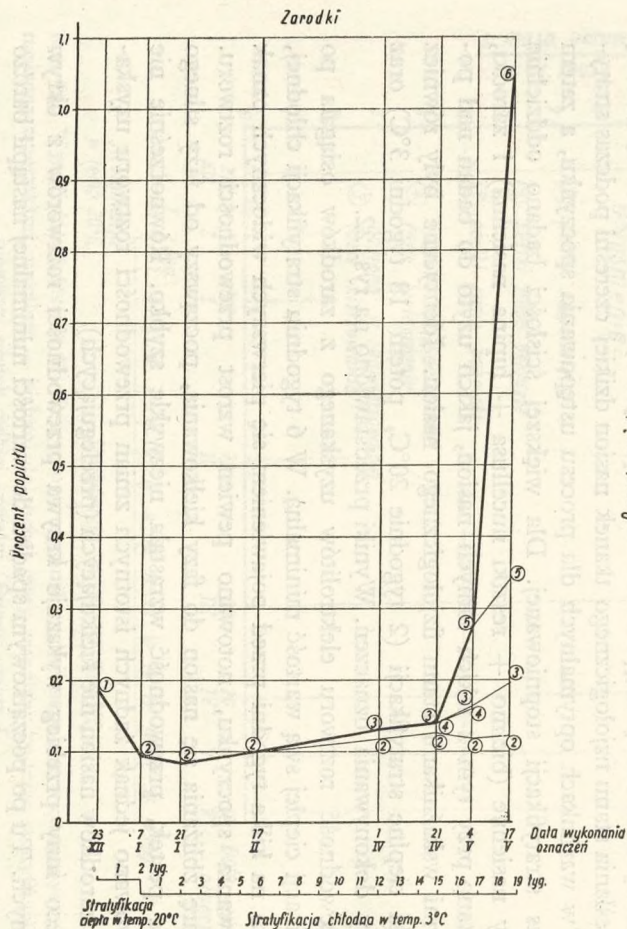
3) U nasion przelegujących, tj. nasion zdrowych, zawartych w nie pękniętych pestkach nie następuje żadna zmiana stosunku wagowego suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodków.

Przewodność elektryczna roztworu uzyskanego przez przeniknięcie elektrolitów ze stratyfikowanych nasion do wody destylowanej — doświadczenie 12

Konduktometryczna metoda pomiaru stężenia elektrolitów jest dziś szeroko stosowana w badaniach nad określaniem stanu fizjologicznego pędów drzew. Szczególne znaczenie posiada ona dla prac nad okresowymi zmianami odporności mrozowej, ta bowiem zależy ściśle od głębokości zimowego spoczynku tkanek pączków i pędów. Opierając się na znanym zjawisku uruchamiania substancji pokarmowych w miarę ustępowania stanu spoczynku, zastosowałem tę metodę do określania stanu fizjologicznego tkanek nasion dzikiej czereśni podczas stratyfikacji w warunkach optymalnych dla procesu ustępowania spoczynku, a zatem podczas stratyfikacji stopniowanej. Dla większej ścisłości badano oddzielnie okrywy nasienne (bielmo + resztki nucellusa + łupina nasienna) i zarodki, korzystano przy tym z takich samych nasion, jakich użyto do badań nad pozostałymi wskaźnikami stanu fizjologicznego nasion. Identyczne były również warunki cieplne stratyfikacji (2 tygodnie 20°C, potem 18 tygodni 3°C) oraz terminy dokonywania oznaczeń. Wyniki przedstawiono na rys. 22.

Przewodność roztworu elektrolitów uzyskanego z zarodków osiągała po stratyfikacji cieplej swą wartość minimalną. W 6 tygodniu stratyfikacji chłodnej, a zatem na kilka tygodni przed pojawieniem się pierwszych widocznych oznak ustępowania spoczynku, notowano pewien wzrost przewodności roztworu. W miarę zbliżania się nasion do fazy kiełkowania, począwszy od fazy silnego pęknięcia pestek, przewodność wzrastała niezwykle szybko. Równocześnie nie obserwowano jednak żadnych istotnych zmian przewodności roztworu uzyskanego z zarodków nasion nie kiełkujących (przelegujących).

Nieco inny przebieg wykazuje krzywa przewodności roztworów z okryw nasiennych. Tu po początkowym spadku do wartości minimalnej nastąpił bardzo rychło, bo już w drugim tygodniu okresu chłodnego, stały od tego momentu i szybszy niż dla zarodków wzrost przewodności elektrycznej roztworów. W fazie silnego pęknięcia pestek nastąpił jednakże dość raptowny spadek przewodności.



Rys. 22. Wyniki doświadczenia 12. Egzoosmoza elektrolitów z nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji stopniowanej, oznaczona oddzielnie dla zarodków i okrywy nasiennych (bielmo + łupina nasienna z resztkami nucellusa), wyrażona jako procent popiołu w roztworze otrzymanym w 30 ml wody w temperaturze 20°C. zarodków względnie 30 szt., okrywy nasiennych w 30 ml wody w temperaturze 20°C.

Fig. 22. Results of experiment 12. Exosmosis of electrolytes from seeds of *Prunus avium* L. during warm followed by cold stratification determined separately for the embryos and seed-envelopes (endosperm + seed coat with the remainders of the nucellus). The exosmosis is expressed in percent of ash in solutions obtained after soaking 30 embryos or 30 seed-envelopes for 24 hours in 30 ml of water under temp. of 20°C.

W okresie słabego kiełkowania tendencja wzrostu krzywych przewodności osiąga ponowne, tym razem maksymalne natężenie, a począwszy od tej fazy zaczyna wygasać. Punkty wyznaczające przebieg krzywej uzyskano przez wyliczenie średnich arytmetycznych z 4 powtórzeń przeważającej większości oznaczeń, toteż można przypuszczać, że nagle obniżenie przewodności roztworów podczas silnego pęknięcia pestek nie jest zjawiskiem przypadkowym. Warto jeszcze zaznaczyć, że przewodność roztworów uzyskanych z okryw nasiennych nasion przelegujących pozostawała przez cały czas trwania doświadczenia na niskim, nie podlegającym większym zmianom poziomie.

Wnioski z doświadczenia 12:

1) Krzywa przewodności elektrycznej roztworów uzyskanych przez egzoosmozę elektrolitów z tkanek zarodków dzięki czereśni do wody destylowanej wykazuje dla nasion kiełkujących podczas stratyfikacji tendencję do coraz intensywniejszego wzrostu. Tendencja ta jest widoczna jeszcze przed pojawieniem się zewnętrznych objawów ustępowania spoczynku. Wydaje się, że przewodność roztworów z zarodków może być wskaźnikiem stanu fizjologicznego zarodków.

2) Krzywa przewodności elektrycznej roztworów uzyskanych przez egzoosmozę elektrolitów z tkanek okryw nasiennych nasion dzięki czereśni wykazuje tendencję intensywnego wzrostu w początkowym okresie stratyfikacji. Wydaje się, że przewodność roztworów z okryw nasiennych może być wskaźnikiem stanu fizjologicznego nasion szczególnie w okresie poprzedzającym pojawienie się widocznych objawów ustępowania spoczynku.

3) Krzywe przewodności roztworów uzyskanych przez egzoosmozę elektrolitów z okryw nasiennych i zarodków z przelegujących nasion dzięki czereśni nie wykazują podczas stratyfikacji większych wahań, co świadczy o małej aktywności fizjologicznej tkanek takich nasion.

Aktywność katalazy — doświadczenie 13

Pomiary aktywności katalazy wykstrahowanej z tkanek zarodków i osobno z okryw nasiennych (z bielma) dzięki czereśni wykonano na takim samym materiale nasiennym, jakiego używano do pozostałych, opisanych w niniejszym rozdziale doświadczeń. Identyczne były również warunki termiczne stratyfikacji i terminy dokonywania oznaczeń.

Czułość zastosowanej w doświadczeniu metody oznaczania aktywności katalazy według Eulera i Josephsona przypada na zakres wartości stałej jednocząsteczkowej K_0 , mieszczący się w granicach od 0,02 do 0,05. W naszym przypadku wartości stałej jednocząsteczkowej K_0 znajdowały się w początkowym okresie stratyfikacji poniżej dolnej granicy tego zakresu. Mimo to nie zwiększono celowo stężenia roztworu, licząc się ze wzrostem aktywności katalazy na dalszych etapach przemian zmierzających do kiełkowania nasion. Dzięki zachowaniu stałej

koncentracji wyciągów z tkanek zarodków czy okryw nasiennych, spodziewano się uzyskać zmniejszenie zakłóceń wynikających z obecności kwasu pruskiego, który jest znanym inhibitorem enzymu katalazy. Kwas ten pochodzi z obecnej w nasionach amygdaliny, z której uwalnia go podczas homogenizacji tkanek działanie enzymu glukozydazy.

Wyniki doświadczenia przedstawiono graficznie na rys. 23. Krzywa aktywności katalazy zarodków wykazuje już w 6 tygodniu stratyfikacji chłodnej wzrost przybierający od tego okresu coraz intensywniejsze tempo. Aktywność katalazy zarodków z nasion przelegujących podlega wprawdzie pewnym wahaniom, nie przekracza ona jednak poziomu osiągniętego w początkowym okresie stratyfikacji, co może być dowodem słabej aktywności tego enzymu w zarodkach zdrowych, lecz nie kiełkujących nasion.

Zupełnie odmiennie przebiega krzywa aktywności katalazy wyekstrahowanej z tkanki bielma okryw nasiennych. Po początkowym okresie słabej aktywności następuje w okresie słabego pęknięcia nieznaczny, podczas silnego pęknięcia wyraźny wzrost aktywności katalazy, osiąga on wówczas swą maksymalną wartość. Od tego momentu następuje raptowny spadek aktywności enzymu, w silnie kiełkujących nasionach działalność katalazy bielma zanika prawie zupełnie.

Krzywa aktywności katalazy bielma nasion przelegujących przebiega do momentu pojawienia się pestek pękniętych na poziomie niezmiennym od początku chłodnego okresu stratyfikacji. U nasion z silnie pękniętych pestek obserwujemy wzrost aktywności katalazy bielma, poziom ten nie ulegał już większym zmianom do końca doświadczenia.

Wnioski z doświadczenia 13:

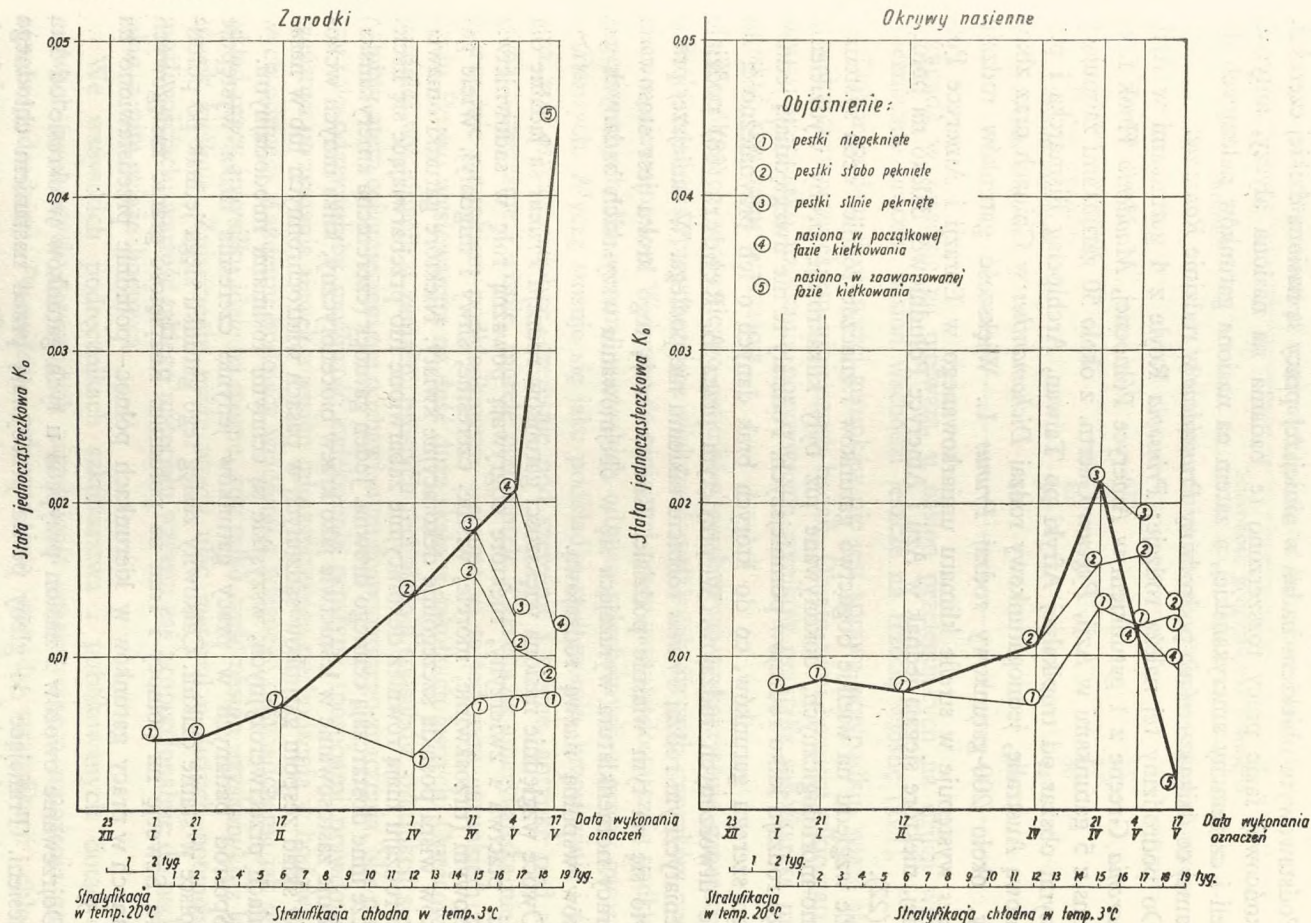
1) Aktywność katalazy zarodków dzikiej czereśni wykazuje już w początkowym okresie stratyfikacji wzrost przybierający w miarę ustępowania spoczynku coraz intensywniejsze tempo. Porównanie ze słabą aktywnością katalazy zarodków nasion przelegujących pozwala na wysnucie wniosku o bardzo wczesnej aktywizacji enzymu w tkankach zarodków tych nasion, u których proces ustępowania spoczynku przebiega najszybciej.

2) Przebieg krzywej aktywności katalazy bielma tych nasion, u których ustępowanie spoczynku przebiega najszybciej, wykazuje w okresie silnego pęknięcia pestek najbardziej intensywną działalność enzymu. W miarę postępu procesu kiełkowania, aktywność katalazy bielma maleje od tego momentu coraz bardziej.

3) Aktywność katalazy bielma nasion przelegujących wzrasta w okresie pęknięcia pestek, w okresie kiełkowania nie spada jednak z tego podwyższonego poziomu.

4) Aktywność katalazy zarodków można uznać za dobry wskaźnik stopnia intensywności przemian zachodzących w nasionach podczas procesu ustępowania spoczynku.

Prunus avium CNOS 1959 miesz.



Rys. 23. Wyniki doświadczenia 13. Aktywność katalazy nasion dzikiej czereśni (*Prunus avium* L.) podczas stratyfikacji stopniowanej, oznaczona oddzielnie dla zarodków i okrywy nasiennych (bielmo + łupina nasienna z resztkami nucellusa), wyrażona jako stała jedno cząsteczkowa K_0 . Roztwór enzymu otrzymano ekstrahując 30 szt. zarodków względnie 30 szt. okrywy nasiennych z 50 ml wody o temperaturze od 0° do 1°C. Pomiary wykonano wg metody Eulera—Josephsona

Fig. 23. Results of experiment 13. Catalase activity of seeds of *Prunus avium* L. during warm followed by cold stratification determined separately for embryos and seed-envelopes (endosperm + seed coat with the remainders of the nucellus), expressed in mono-molecular constant K_0 . Solutions of the enzyme were obtained by extracting 30 embryos or 30 seed-envelopes with 50 ml of water of a temperature ranging between 0° and 1°C. Measurements were carried out according to Euler—Josephson's method

III. DYSKUSJA

Podstawowym obiektem badań w niniejszej pracy są nasiona dzikiej czereśni. W końcowej fazie pracy rozszerzono te badania na nasiona ałyczy, antypki, moreli i czeremchy amerykańskiej, a zatem na nasiona gatunków należących do tej samej co dzika czereśnia podrodziny *Prunoideae* w rodzinie *Rosaceae*.

Do podrodziny tej należą rodzaje: *Prinsepia* Royle z 4 gatunkami w Azji, *Osmaronia* Greene z 1 gatunkiem w Ameryce Północnej, *Maddenia* Hook f. et Thoms z 5 gatunkami w Azji, *Pygeum* Gaertn. z około 50 gatunkami zajmujący olbrzymi obszar od tropikalnej Afryki po Taiwan, Archipelag Bismarcka i południową Australię, jednogatunkowy rodzaj *Dichomanthes* w Chinach oraz zbiorowy, około 200-gatunkowy rodzaj *Prunus* L. Większość gatunków rodzaju *Prunus* występuje w strefie klimatu umiarkowanego w Eurazji i Ameryce Północnej, niektóre sięgają jednak w Azji i Ameryce Południowej daleko na południe (22).

Ze względu na wielkie bogactwo gatunków i znaczne różnice cech systematyczno-morfologicznych, dokonywane już były kilkakrotnie próby wydzielenia z tego rodzaju kilku rodzajów pomniejszych. Podziały te nie uwzględniają jednak całego szeregu gatunków, co do których brak danych o ich przynależności do nowo utworzonych rodzajów. W przyjętym przez A. Rehdera (88) podziale systematycznym rodzaj *Prunus* rozbiciu takiemu nie podlega. W niniejszej pracy oparto się na tym właśnie podziale. Konsekwencją tego kroku jest stosowana w pracy nomenklatura wyrażająca się w obejmowaniu wszystkich badanych gatunków wspólną nazwą rodzajową.

Owoce względnie nasiona większości gatunków rodzaju *Prunus* są jadalne dla ludzi, ptactwa i zwierzyny, niektóre odgrywają poważną rolę w sadownictwie światowym (brzoskwinie, morele, wiśnie, czereśnie, śliwy i migdały). Wiele gatunków wiśni posiada szczególnie dekoracyjne kwiaty. Niektóre gatunki omawianego rodzaju mają również dekoracyjnie zabarwione lub przebarwiający się liście, jeszcze inne dostarczają cennego drewna. Jeden gatunek (czeremcha amerykańska) znajduje zastosowanie w leśnictwie jako krzew biocenotyczny, kilka innych wchodzi w skład zespołu gatunków sadzonych w pasach wiatrochronnych lub w nasadzeniach przeciwozyjnych, wszystkie są cennymi roślinami miododajnymi.

Pośród badanych w pracy gatunków jedynie czereśnia dzika występuje w Polsce w stanie dzikim. Całkowity zasięg tego gatunku sięga jednak po południową Szwecję na północy i Iran na południu. Rozpiętość granic zasięgowych badanych w pracy gatunków w kierunkach północ-południe przedstawiono na tab. 5.

Dojrzewanie owoców i nasion przypada u tych gatunków w okresie od lata do jesieni. Trafiające do gleby pestki przebywają przed nastaniem chłodnego okresu jesiennego przez pewien krótszy lub dłuższy okres czasu w warunkach podwyższonej temperatury glebowej. Kielkowanie nasion wszystkich 5 gatunków

Tabela 5

Rozpiętość zasięgów geograficznych 5 gatunków z rodzaju *Prunus* L.The botanical range of 5 species of the genus *Prunus* L.

Gatunek	Szerokość geograficzna północna	
	Północna granica zasięgu	Południowa granica zasięgu
<i>Prunus avium</i>	61°	35°
<i>Prunus armeniaca</i>	45°	40°
<i>Prunus cerasifera</i>	46°	36°
<i>Prunus mahaleb</i>	50°	34°
<i>Prunus serotina</i>	49°	30°

przypada w zasadzie na pierwszą, u nasion przelegujących na drugą wiosnę. Nieznaczny procent nasion wschodzi jeszcze na trzecią wiosnę (121).

Dobór podanych powyżej gatunków nie jest sprawą przypadku, wiąże się on z praktycznym aspektem niniejszych badań. Objęto nimi bowiem takie gatunki, aby w przypadku uzyskania pozytywnych wyników praktyka szkółkarska mogła uzyskać konkretne wskazania.

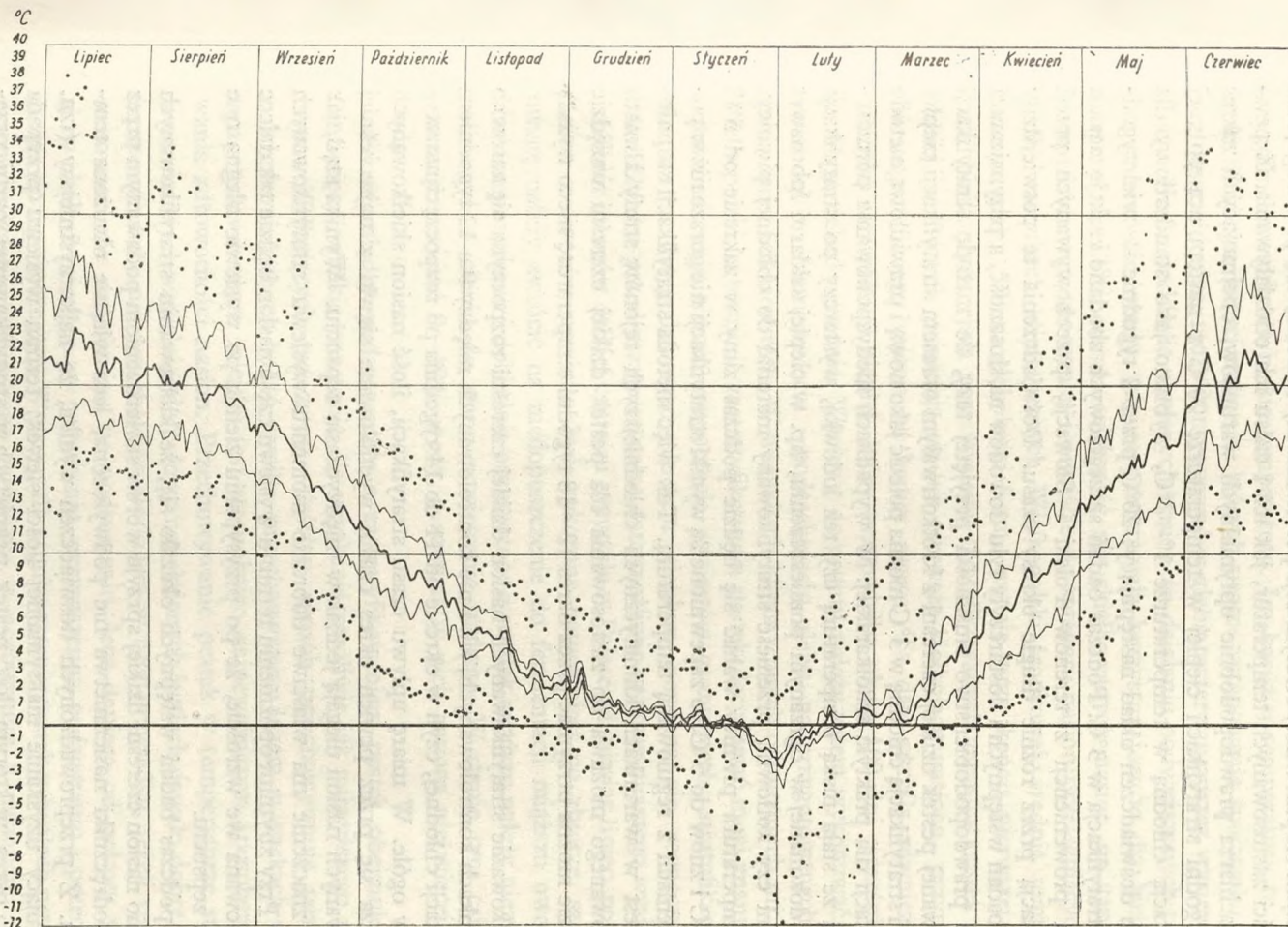
Współczesne sadownictwo gatunków pestkowych wykorzystuje generatywny sposób mnożenia, przytłaczająca większość podkładek dla tych gatunków pochodzi z wysiewu nasion. Wybrane do niniejszej pracy gatunki dostarczają podkładek generatywnych dla niemal wszystkich odmian szlachetnych z grupy gatunków pestkowych. Ałyczę stosuje się jako podkładkę pod morele, brzoskwinie i śliwy oraz pod ałycze ozdobne, czereśnię pod czereśnie i wiśnie, antypkę pod słabo rosnące czereśnie i wiśnie, morelę pod morele. Czeremcha amerykańska nie jest wprawdzie gatunkiem podkładowym, jest ona za to jedynym gatunkiem z rodzaju *Prunus* wysiewanym na dość dużą skalę w szkółkach leśnych. Opracowanie bardziej wydajnych, a zarazem prostych technicznie sposobów produkcji siewek byłoby zatem osiągnięciem nie pozbawionym gospodarczego znaczenia. Nie mniejszą rolę odgrywałaby możliwość zwiększenia prostymi sposobami prawdopodobieństwa otrzymania siewek z nasion mieszańcowego pochodzenia w hodowli nowych odmian. Każdemu hodowcy wiadomo z własnego doświadczenia jak wielki wkład pracy i wysiłku idzie na marne, gdy tylko część nasion uzyskanych z krzyżówek kiełkuje. Zniszczeniu może wtedy ulec materiał o dużych potencjalnie możliwościach, wartość takiego materiału wzrasta zaś proporcjonalnie do nadziei, jakie z nim wiąże hodowca.

We wszystkich podręcznikach szkółkarstwa i publikowanych dotąd rozprawach naukowych dotyczących zagadnienia generatywnego mnożenia gatunków z podrodziny *Prunoideae*, polecana jest metoda stratyfikacji chłodnej w stałej temperaturze. Przeprowadzone przeze mnie doświadczenia wstępne wykazały jednak małą skuteczność tego sposobu przedsięwziętego traktowania.

Przystępując do badań nad stratyfikacją, wyszedłem z założenia, że potrzeba przejścia napęczniałych nasion przez określone warunki ciepłe powinna być dziedzicznie utrwaloną cechą, przy czym wymagane do skielkowania warunki powinny w pewnym zarysie odpowiadać warunkom panującym w naturalnym środowisku stratyfikacji i kiełkowania nasion, tj. w glebie. Dla uzyskania danych, które mogłyby zilustrować termiczne warunki glebowe, sporządzono wykres temperatur panujących na głębokości 5 cm na podstawie 11-letnich danych stacji meteorologicznej Zakładu Dendrologii i Pomologii w Kórniku (lata 1950—1960). Na wykresie przedstawiono przebieg średnich minimalnych, średnich maksymalnych i średnich temperatur dobowych, podano również absolutne minima i maksima dobowe temperatury, zaobserwowane na głębokości 5 cm w podanym powyżej okresie (rys. 24).

W warunkach klimatycznych Polski okres rozsiewania pestek dzikiej czereśni przypada na niżu na lipiec, w górach niekiedy również na sierpień. Pestki przemieszczone do powierzchniowych warstw gleby zastają tam początkowo temperatury stosunkowo wysokie. Jak wynika z wykresu na rys. 25, zakres wahań dobowych temperatury glebowej jest w tym okresie szczególnie wielki i dochodzi do 10°C , temperatura średnia dobowa utrzymuje się jednak w pobliżu 20°C . Dopiero od końca sierpnia następuje okres stopniowego spadku temperatury, towarzyszy mu zmniejszenie się zakresu wahań dobowych. Sprzyjająca ustępowaniu spoczynku nasion dzikiej czereśni średnia temperatura 6°C osiągnięta jest z początkiem listopada, a zatem po 3—3,5 miesiącach po opadnięciu owoców z drzew. W ciągu listopada termiczne warunki glebowe ulegają stabilizacji i w okresie od początku listopada do końca marca, tj. w okresie 21 tygodni temperatura średnia dobowa na głębokości 5 cm podlega niewielkim wahaniom w zakresie od 6° do $-2,8^{\circ}\text{C}$. Okres ze średnią temperaturą dobową poniżej 0°C (gleba zamrożona) trwa w warunkach Kórnika od połowy stycznia do końca lutego, przy czym zaledwie przez 4 doby średnia temperatura gleby jest niższa od -2°C .

Wyniki badań przeprowadzonych w ostatnim dziesięcioleciu dowodzą wbrew dawniejszym poglądom, że temperatura od 0° do -3°C nie jest przeszkodą dla prawidłowego przebiegu procesu ustępowania spoczynku nasion gatunków owocowych (45, 46, 53, 91, 92, 93, 95, 118, 119). Okazuje się zatem, że w warunkach Kórnika panują na głębokości 5 cm prawie przez cały czas trwania zimy warunki termiczne, sprzyjające naturalnej stratyfikacji pestek czereśni dzikiej. Z podanego wykresu wynika również jasno, że w warunkach naturalnych stratyfikacja w temperaturze obniżonej poprzedzona jest stratyfikacją ciepłą w stosunkowo wysokich temperaturach. W pracy niniejszej nie chodziło bynajmniej o wierne odтворzenie przebiegu temperatur glebowych, lecz o stworzenie maksymalnie uproszczonego dwustopniowego układu temperatur, który obejmowałby zarówno okres podwyższonej, jak i okres obniżonej temperatury. Stratyfikację w tak zróżnicowanych warunkach termicznych nazwano stratyfikacją stopniowaną.



Rys. 24. Temperatury gleby średnie dobowe, średnie dobowe maksymalne i minimalne oraz dobowe absolutne maksymalne i minimalne na głębokości 5 cm (Kórnik 1950—60)

Fig. 24. Average diurnal, maximal and minimal average diurnal, and maximal and minimal absolute diurnal soil temperature at the depth of 5 cm (Kórnik 1950—60)

Celem badań wstępnych było znalezienie optymalnego układu warunków termicznych stopniowanej stratyfikacji pestek dzikiej czereśni, tak pod względem wysokości zastosowanych temperatur, jak też i czasu ich oddziaływania. Z pewnego wachlarza prawdopodobnie optymalnych warunków, obejmujących zakres 1–2 tygodni stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C z następującą po niej stratyfikacją chłodną w temperaturze 1°–3°C, wybrano jako standardowy dla dalszych doświadczeń układ następujący: 20°C przez 2 tygodnie + wielotygodniowa stratyfikacja w 3°C. Podczas badań szczegółowych zbadano reakcję nasion różnych proveniencji z terenów Polski i Słowacji, przechowywanych przed stratyfikacją przez różne długie okresy czasu. Doświadczenia te potwierdziły wyniki badań wstępnych i dostarczyły tylu dowodów na słusność, a przynajmniej wysokie prawdopodobieństwo słusności przyjętej tezy, że metodę stratyfikacji stopniowanej pestek dzikiej czereśni z krótkotrwałym okresem stratyfikacji cieplej w 20°C i stratyfikacją chłodną w 3°C można polecić jako nową i prawidłową metodę stratyfikacji dla praktyki szkółkarskiej. W wypadkach niedysponowania pomieszczeniem ze stałą niską temperaturą czy też lodówką, wystarczy po stratyfikacji cieplej, dokonanej w ogrzonym pomieszczeniu, np. w cieplej szklarni lub nawet w kuchni czy kotłowni, przenieść stratyfikowany materiał do chłodnej piwnicy. Jeśli temperatura piwnicy wahać się będzie podczas zimy w zakresie od 5°C do –2°C i znów do 5°C, to zapewnione są wyniki stratyfikacji nie gorsze niż w pomieszczeniach z regulowaną temperaturą. Tak więc metoda stratyfikacji stopniowanej jest w warunkach klimatycznych chłodniejszych rejonów strefy klimatu umiarkowanego możliwa do zastosowania dla pestek dzikiej czereśni wszędzie tam, gdzie można utrzymać przez okres 12–18 tygodni temperaturę nieco wyższą od 0°C.

Kielkowanie stratyfikowanych nasion dzikiej czereśni rozpoczyna się zarówno w warunkach kontrolowanych, jak i nie kontrolowanych między 9 a 12 tygodniem stratyfikacji chłodnej, czyli w okresie od 11 do 14 tygodnia po rozpoczęciu stratyfikacji w ogóle. W miarę upływu czasu stratyfikacji, ilość nasion skielkowanych powiększa się przez pewien okres czasu, wyetiolowane siewki z najwcześniej skielkowanych nasion ulegają jednak w międzyczasie zepsuciu. Wynika stąd, jak wielkie znaczenie ma właściwe dobranie momentu wysiewu stratyfikowanych pestek. Przy zbyt późnym terminie wysiewu część nasion będzie tak dalece zaawansowana we wzroście, że po przysypaniu ziemią po wysiewie ulegną one również zepsuciu.

Już podczas badań wstępnych okazało się, że kielkowaniu stratyfikowanych uprzednio nasion czereśni dzikiej sprzyja wbrew stwierdzeniom podawanym przez różne podręczniki nasiennictwa nie podwyższona, lecz właśnie obniżona temperatura. Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że najkorzystniejszy (tzn. gwarantujący uzyskanie maksymalnej ilości siewek) termin wysiewu przypada na krótki okres, w którym ilość pestek pękniętych w stratyfikowanej partii przestaje się powiększać (maksimum), a pierwsze nasiona zaczynają kiełkować. Również

dla wysiewów gruntowych termin ten jest najbardziej korzystny, powinien on być tak dobrany, by po wysiewie panowały w glebie jeszcze przez co najmniej 6 tygodni stosunkowo niskie temperatury. Im bardziej temperatury te zbliżone są do 3°C, tym więcej nasion, u których proces ustępowania spoczynku nie dobiegł jeszcze końca, może kontynuować w glebie przerwana przez wysiew stratyfikację. Nagłe poddanie wysianych nasion na działanie podwyższonych temperatur, szczególnie wtedy, gdy te przekraczają korzystną jeszcze dla kiełkowania temperaturę 13°C, naraża większość nie skiełkowanych nasion na zapadnięcie w stan wtórnego spoczynku i przejście do kategorii nasion przelegujących.

W warunkach klimatycznych Wielkopolski środkowej, średnia temperatura dobową gleby 13° na głębokości 5 cm, nastaje przy końcu pierwszej dekady maja. Najkorzystniejsza pora wysiewu stratyfikowanych zapasów pestek czereśni dzikiej, w których pojawiają się już pierwsze kiełkujące nasiona, przypadałaby dla wspomnianego rejonu na koniec marca. Ta data określa również termin początku stratyfikacji cieplej, który przypadałby około 100 dni wcześniej, czyli na drugą dekadę grudnia. Wysiewy do gruntu należy zatem wykonywać jak najwcześniej po rozmrożeniu i podeschnięciu gleby, na przygotowanych już jesienią zagonach siewnych. W warunkach klimatycznych odmiennych niż warunki Wielkopolski, o terminie zastratyfikowania pestek decydować musi znany zwykle z doświadczenia termin rozpoczęcia wysiewów gruntowych; stratyfikacja stopniowana z 2-tygodniowym okresem ciepłym powinna się rozpoczynać na 100—120 dni przed przypuszczalną datą możliwie najwcześniejszego wysiewu.

Zbiór owoców dzikiej czereśni przypada w Polsce na miesiąc lipiec, pozyskanie nasion z owoców powinno być wykonane natychmiast po zbiorze, szczególną uwagę należy zwrócić na niedopuszczenie do fermentacji miąższu owocowego. Nasiona pozyskane i dokładnie oczyszczone z resztek miąższu należy niezwłocznie podsuszyć w cieniu do stanu powietrznie suchego. W stanie tym całe pestki powinny zawierać 9—10% wody, a zawarte w nich nasiona nie więcej jak 8% wody.

Okres między podsuszeniem a zastratyfikowaniem pestek obejmuje prawie 5 miesięcy, wielkie znaczenie dla uzyskania możliwie jak najwyższego procentu nasion kiełkujących ma zatem właściwy sposób przechowywania pestek. Jak z przeprowadzonych badań wynika, przechowywanie luzem w workach w chłodnym, przewiewnym miejscu jest stosunkowo najpewniejszym sposobem zachowania zdrowotności nasion. Przechowywanie pestek w temperaturze stałej 3°C w zamkniętych szczelnie, do połowy napełnionych butlach dawało dobre, a nawet lepsze rezultaty niż przechowywanie luzem w tym przypadku, jeżeli sposób ten stosowano nie natychmiast po podsuszeniu, lecz dopiero od połowy września, tj. w około 2 miesiące po pozyskaniu, oczyszczeniu, podsuszeniu i przechowywaniu luzem do tego momentu. W przypadku umieszczenia pestek w butlach natychmiast po podsuszeniu, stwierdzano raptowny w porównaniu z nasionami świeżymi nie podszuszonymi spadek zdolności kiełkowania podczas stratyfikacji. Początkowa

wysoka zdolność kiełkowania powracała dopiero po upływie pewnego okresu przechowywania w butlach w 3°C. Wynika z tego, że natychmiastowego zamykania dopiero co podsuszonych pestek w butlach nie można polecać do praktycznego zastosowania. Konieczne są dalsze badania nad takim sposobem przechowywania pestek.

Stosowane w niniejszej pracy podłoże stratyfikacji — średnioziarnisty piasek, zmieszany z wilgotnym, przetartym uprzednio przez sito (4 mm) torfem ogrodniczym w stosunku objętościowym 1 : 1 — zapewnia dzięki swej pulchności dostęp powietrza do stratyfikowanych nasion, utrzymując przy tym przez wiele tygodni właściwy stopień wilgotności bez konieczności częstszego uzupełniania ubytku wilgoci jak co mniej więcej 6 tygodni. Medium to można ponadto z łatwością oddzielić od nasion przez odsianie przez sito o oczkach drobniejszych od średnicy stratyfikowanych pestek.

Z przeprowadzonych w ramach niniejszej pracy doświadczeń nad wskaźnikami stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion wynika, że przy badaniu takich czynników, jak aktywność katalazy czy też przewodność elektryczna roztworu uzyskanego przez przeniknięcie elektrolitów z tkanek nasion do wody destylowanej, nie można traktować nasienia jako jednej, nie zróżnicowanej fizjologicznie całości. Przewidując taki właśnie stan rzeczy wykonywano wszystkie nieomal oznaczenia oddzielnie dla zarodków i oddzielnie dla okryw nasiennych, te zaś składają się jak wiadomo z żywej i aktywnej tkanki bielma i martwej łupiny nasiennej z resztkami nucellusa. W trakcie wykonywania doświadczeń nad aktywnością katalazy okazało się, że w przeciwieństwie do stosunków stwierdzonych w zarodkach, aktywność katalazy bielma maleje raptownie nieomal do zera po osiągnięciu maksimum w fazie silnego pęknięcia pestek. Aktywność katalazy tkanek zarodka wzrasta tymczasem nieustannie i osiąga szczytowy poziom dopiero w zaawansowanej fazie kiełkowania nasion. Po pęknięciu pestek spada również raptownie procentowy stosunek suchej masy okryw nasiennych do suchej masy zarodka i ulega szybkiemu zahamowaniu wzrost przewodności elektrycznej roztworu uzyskanego przez egzoosmozę elektrolitów z tkanek okryw nasiennych do wody destylowanej. W miarę zbliżania się do fazy intensywnego kiełkowania wzrasta poza wspomnianą już aktywnością katalazy zarodków również zawartość procentowa wody w świeżej masie nasion i przewodność elektryczna roztworu po egzoosmozie elektrolitów z tkanek zarodków. Wydaje się prawdopodobne, że na podstawie wyżej stwierdzonych zjawisk można przyjąć fakt osiągnięcia szczytu intensywności przemian w tkankach okryw nasiennych w okresie intensywnego pęknięcia pestek, przed przebicciem tych okryw przez wydłużający się korzonek zarodka.

Rola bielma nasion gatunków pestkowych nie jest jeszcze dokładnie zbadana, pewne światło rzucają na nią wyniki niezależnie od siebie przeprowadzonych badań Busurina (13) i Maciejewskiej (73), którzy stwierdzili w okresie poprzedzającym pęknięcie pestek wiśni (Busurin) i ałyczy (Maciejewska) między

innymi wzrost grubości z wielu warstw komórek złożonego bielma, przylegającego do obydwu płaskich, zewnętrznych boków liścieni. W porównaniu ze stanem początkowym stwierdziła Maciejewska około 15-procentowy przyrost grubości liścienia i ponad 50-procentowy przyrost grubości bielma. Busurin (13) stwierdził w wyniku swych badań zależność pęknięcia pestek od powiększenia się rozmiarów bielma nasion. Wyniki przedstawionych w niniejszej pracy badań pozwalają, być może, na następującą interpretację roli bielma w procesie ustępowania spoczynku nasion: w okresie poprzedzającym pęknięcie pestek następuje w bielmie stratyfikowanych nasion szybka aktywizacja procesów prowadzących do uruchomienia zawartych w nim wielkocząsteczkowych substancji zapasowych poprzez ich przemianę na związki prostsze, zużywane bezpośrednio w procesie przemiany materii. Skutkiem intensyfikacji tych procesów mógłby być wzrost wartości osmotycznej soku komórkowego w tkance bielma, przyczyniający się ze swej strony do wzrostu stopnia nawodnienia i turgoru komórek bielma, a w efekcie do powiększenia jego rozmiarów. Parcie napęczniałych nieco liścieni i silnie zgrubiałych partii bielma byłoby zatem bezpośrednią przyczyną pęknięcia skorupy pestki osłabionej w szwie przez długotrwałą stratyfikację. Po pęknięciu pestki rola bielma polegałaby już tylko na przekazywaniu nagromadzonych w nim substancji odżywczych przygotowującemu się do kiełkowania zarodkowi. Po spełnieniu tego zadania następuje szybkie zamieranie bielma, zarodek natomiast wkracza w fazę kiełkowania. Krótkotrwały okres ciepły stratyfikacji stopniowanej wywiera radykalny wpływ na powiększenie się ilości pestek pękających i nasion kiełkujących. Można przypuszczać, że w złożonym łańcuchu przyczyn i skutków odgrywa on u wielu nasion, które w innych warunkach nie kiełkowałyby wcale, rolę bodźca intensyfikującego pośrednio, poprzez odpowiedni system enzymatyczny, przemianę wielkocząsteczkowych substancji zapasowych na związki prostsze.

Podając taką interpretację trzeba zauważyć, że nie wszystkie jej ogniwa są doświadczalnie stwierdzone. Tym niemniej wydaje się, że pozwala ona na powiązanie szeregu oderwanych spostrzeżeń w pewną logiczną całość.

Wypróbowana w niniejszej pracy, a obejmująca krótkotrwały okres ciepły stratyfikacja pestek gatunków z podrodziny *Prunoideae* stanowi nową metodę stratyfikacji nasion. W wydanym w 1948 r. podręczniku nasiennictwa „Woody-Plant Seed Manual“ (120) polecana jest na podstawie wcześniej wykonanych doświadczeń stratyfikacja stopniowana z długim jednak, bo kilkumiesięcznym okresem stratyfikacji ciepłej dla pestek kilku gatunków z rodzaju *Prunus* L. (*P. padus* L., *P. pennsylvanica* L. i *P. pumila* var. *susquehanae* Jacq.). W pracy niniejszej udowodniono szkodliwy wpływ tak długo trwającego okresu ciepłego dla zdrowotności stratyfikowanych nasion dzikiej czereśni. Uznany dla nasion tego gatunku za optymalny 2-tygodniowy okres stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C należałoby uznać nie tyle za stratyfikację, co za bodziec cieplny. Jego znaczenie dla przebiegu procesów zachodzących w nasieniu podczas ustępowania

spoczynku jest, jak to wynika z szeregu doświadczeń, bezsporne. Warto jeszcze nadmienić, że wpływu ciepłego okresu stratyfikacji stopniowanej nie można rozpatrywać w oderwaniu od następującej po nim bezpośrednio i znacznie dłużej działającej obniżonej temperatury okresu chłodnego. Wbrew pozorom obniżona temperatura pozostaje czynnikiem zasadniczym dla prawidłowego przebiegu procesu ustępowania spoczynku. Wiadomo przecież, że jej działanie bez współdziałania temperatury podwyższonej wywołuje u pewnego, niekiedy wysokiego procentu nasion te wszystkie przemiany, które doprowadzają w efekcie do kiełkowania nasion. W rozdziale poświęconym omówieniu literatury przedmiotu przedstawiono w sposób wyczerpujący kapitalne znaczenie działania temperatury obniżonej, bez której w warunkach normalnych nie dochodzi do prawidłowego rozwoju siewek.

O zastosowaniu stratyfikacji stopniowanej dla pestek gatunków z rodzaju *Prunus* donoszą w swych pracach dwaj jeszcze badacze: Passecker i Hildebrandt. Passecker (79) uzyskał dzięki niej korzystny wynik kiełkowania nasion śliwy węgierki, które w porównaniu z wyłącznie chłodną stratyfikacją w temperaturze 2°–6,5°C kiełkowały, po zastosowaniu jednotygodniowej stratyfikacji w temperaturze 14°–19° przed chłodną, w 42% zamiast w 12%. Wydaje się, że Passecker zbagatelizował to spostrzeżenie, pomijając je całkowicie w omówieniu wyników swych doświadczeń nad stratyfikacją pestek różnych gatunków z podrodziny *Prunoideae*. W sposób planowy przeprowadził badania nad stratyfikacją stopniowaną pestek ałyczy i mirabelki Hildebrandt (53). Zastosował on stratyfikację ciepłą w temperaturze 20°C z następującą po niej chłodną w temperaturze 6°C. Wadliwy schemat czasowy doświadczeń (zbyt krótki, bo 12-tygodniowy sumaryczny okres stratyfikacji) i skupienie uwagi głównie na długotrwałych okresach stratyfikacji cieplej nie pozwoliło w jego doświadczeniach na osiągnięcie statystycznie udowodnionych pozytywnych wyników.

Wysoki procent nasion kiełkujących uzyskał dla dzikiej czereśni Zàchej (121) przez zastosowanie przed jesiennym wysiewem do gruntu bodźca ciepłego w postaci 26-dniowej stratyfikacji w temperaturze 24°C, przerwanej między 6 a 8 dniem stratyfikacją 3-dniową w temperaturze 0°C.

W końcowej fazie niniejszej pracy postanowiłem wykorzystać skuteczną dla pestek dzikiej czereśni metodę stratyfikacji stopniowanej z 2-tygodniowym okresem stratyfikacji cieplej w temperaturze 20°C również dla stratyfikacji pestek innych, gospodarczo ważnych gatunków z podrodziny *Prunoideae*: ałyczy, antypki, czeremchy amerykańskiej i moreli. Wyniki tych doświadczeń wykazały również dla tych gatunków udowodnioną przewagę stratyfikacji stopniowanej z okresem chłodnym w temperaturze 3°C lub w zmiennych warunkach ciepłych chłodnej piwnicy nad wyłącznie chłodną stratyfikacją w 3°C, w temperaturze zmiennej w cyklu dobowym w zakresie 3°–8°C lub w piwnicy. Okazało się przy tym, że włączenie do stratyfikacji okresu ciepłego było podstawowym warunkiem podwyższenia ilości kiełkujących nasion. Warunki ciepłe stratyfikacji w okresie

chłodnym natomiast przyspieszały lub opóźniały nieco samo kiełkowanie. Ich wpływ na procent nasion kiełkujących był raczej drugorzędny. W przypadku doświadczeń nad morelą efekt stratyfikacji chłodnej był równy efektowi stratyfikacji stopniowanej ze względu na niezwykłą skuteczność samej stratyfikacji chłodnej. Wyniki po stratyfikacji stopniowanej pestek moreli w najgorszym przypadku były takie same, jak po stratyfikacji wyłącznie chłodnej. Tam jednak, gdzie po tej ostatniej pozostawała jeszcze pewna rezerwa w postaci nasion nie skielkowanych, stratyfikacja stopniowana poprawiała odsetek nasion kiełkujących.

Stratyfikację stopniowaną pestek czereśni dzikiej, antypki, ałyczy i czeremchy amerykańskiej można polecić do zastosowania w praktyce szkółkarskiej. W przypadku moreli należy uczynić to zastrzeżenie, że konieczne są jeszcze dalsze badania, wykonane na materiale nasiennym gorszej jakości niż ta, którą posiadały nasiona użyte do opisanych powyżej doświadczeń.

IV. WNIOSKI

A. STRATYFIKACJA PESTEK CZEREŚNI DZIKIEJ (*PRUNUS AVIUM* L.)

W latach 1956—61 przeprowadzono w Zakładzie Dendrologii i Pomologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku k. Poznania badania nad stratyfikacją pestek czereśni dzikiej. Użyte do badań partie pestek pochodziły z naturalnych drzewostanów czereśni dzikiej w Polsce południowej i Słowacji (7 partii) oraz z drzew indywidualnych, rosnących bądź w naturalnych drzewostanach, bądź też w uprawie w Polsce południowej i środkowej (10 partii).

1. Dotychczas stosowana metoda stratyfikacji chłodnej w temperaturze 3°—10°C nie daje zadowalających wyników. Metodę tę porównano z opracowaną w toku niniejszej pracy metodą stratyfikacji ciepło-chłodnej.

2. Metoda stratyfikacji ciepło-chłodnej, nazwana przez autora stratyfikacją stopniowaną, polega na zastosowaniu krótkotrwałego okresu stratyfikacji pestek w temperaturze podwyższonej z następującym po niej dopiero okresem stratyfikacji chłodnej.

3. Optymalne warunki stratyfikacji stopniowanej pestek dzikiej czereśni mieściły się w zakresie: 1—2 tygodnie stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C + stratyfikacja chłodna w temperaturze 1°—3°C. Z zakresu tego wybrano do badań szczegółowych następujący układ: 2 tygodnie stratyfikacji ciepłej w temperaturze 20°C + stratyfikacja chłodna w 3°C.

4. Stratyfikacja stopniowana zapewniała w porównaniu ze stratyfikacją chłodną, przeprowadzoną w tych samych warunkach termicznych co okres chłodny stratyfikacji stopniowanej, kilku — do kilkudziesięciokrotne powiększenie procentu nasion kiełkujących. Skuteczność tej metody była tym wyższa, im niższy procent nasion z danej partii kiełkował podczas stratyfikacji wyłącznie chłodnej.

5. Przewaga stratyfikacji stopniowanej nad chłodną miała miejsce zarówno w przypadku nasion zupełnie świeżych, nasion podsuszonych po zbiorze i po

zyskaniu z owoców, jak i w przypadku nasion przechowywanych do zimy w stanie podsuszonym tak luzem, jak i w szczelnie zamkniętych, do połowy napełnionych butlach, umieszczonych w temperaturze 3°C.

6. Przedłużenie ciepłego okresu stratyfikacji stopniowanej ponad 3 tygodnie oraz podwyższenie temperatury tego okresu z 20° na 25°C powodowało obniżenie się stanu zdrowotności stratyfikowanych nasion.

7. Podwyższenie temperatury stratyfikacji chłodnej z 1° lub 3°C do 6° lub 9°C sprzyjało wprawdzie pękaniu pestek, powodowało jednak równocześnie radykalne obniżenie procentu nasion kiełkujących. Stwierdzenie to dotyczy zarówno stratyfikacji chłodnej, jak i stopniowanej.

8. Oprócz podwyższenia procentu nasion kiełkujących daje stratyfikacja stopniowana w porównaniu z chłodną następujące korzyści: a) zachowanie bez zmian początkowej zdrowotności nasion (w przypadku stratyfikacji chłodnej stwierdzano znaczne obniżenie zdrowotności nasion), b) wielokrotne obniżenie procentu nasion przelegujących.

9. Optymalna temperatura kiełkowania stratyfikowanych nasion czereśni; dzięki leży w zakresie temperatur chłodnych (1°–13°C), a nie, jak dotychczas sądzono, w zakresie temperatur wyższych od 16°C.

10. Wysiew pestek do gruntu należy po stratyfikacji stopniowanej przeprowadzić w okresie, w którym liczba pestek pękniętych w stratyfikowanej partii przestaje się powiększać (12–15 tydzień okresu chłodnego), a równocześnie pojawiają się pierwsze kiełkujące nasiona. Temperatura gleby na zagonie na głębokości siewu lub temperatura piasku w kiełkowniku powinna być jak najbardziej zbliżona do 3°C, nie wyższa od 13°C przez co najmniej 6 dalszych tygodni.

11. Wysiew do gruntu stratyfikowanych pestek w scharakteryzowanej w punkcie 10 fazie ustępowania spoczynku, należy wykonać jak najwcześniej, aby wysiane nasiona mogły natrafić w glebie na okres obniżonej temperatury, sprzyjającej ustąpieniu spoczynku. Posiada to istotne znaczenie dla tych nasion, które w momencie wysiewu trwają jeszcze w stanie spoczynku.

12. Najlepiej kiełkowały po wysiewie takie nasiona, których stratyfikacja została rozpoczęta na 100–120 dni przed datą wysiewu. Na okres ten składa się 14 dni stratyfikacji ciepłej i 86–106 dni stratyfikacji chłodnej.

13. Proces ustępowania spoczynku przebiegał podczas stratyfikacji stopniowanej równie dobrze w temperaturze okresu chłodnego 3°C, jak w temperaturze zmiennej 3°–8°C lub też w chłodnej piwnicy z temperaturą w zakresie od –2°C do 6°C. Warunkiem uzyskania dobrych rezultatów było jednak zawsze zastosowanie krótkotrwałej stratyfikacji ciepłej przed chłodną.

B. WSKAŹNIKI STANU FIZJOLOGICZNEGO NASION
PODCZAS STRATYFIKACJI PESTEK DZIKIEJ CZEREŚNI (*PRUNUS AVIUM* L.)

Badania nad termicznymi warunkami stratyfikacji pestek dzikiej czereśni uzupełniono próbami określenia stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion

w różnych fazach procesu ustępowania spoczynku. U nasion, które proces ustępowania spoczynku przechodziły w optymalnych warunkach stratyfikacji stopniowanej, badano w tym celu następujące wskaźniki:

- a) wilgotność całych pestek, nasion i skorup,
- b) stosunek suchej masy okryw nasiennych (bielmo + resztki nucellusa + łupina nasienna) do suchej masy zarodka,
- c) przewodność elektryczną roztworu uzyskanego przez przeniknięcie elektrolitów z zarodków i okryw nasiennych do wody destylowanej,
- d) aktywność katalazy zarodków i okryw nasiennych (bielma).

Podczas badań tych dzielono materiał na następujące grupy: nasiona z pestek nie pękniętych, nasiona z pestek słabo pękniętych i silnie pękniętych, nasiona w początkowej i w zaawansowanej fazie kiełkowania. Stwierdzono przy tym, że tkanki nasion przelegujących wykazywały niski stopień aktywności fizjologicznej przy zastosowaniu któregośkolwiek z tych wskaźników.

1. a) Pestki dzikiej czereśni można bez szkody dla zdrowotności i zdolności kiełkowania nasion podsuszyć po pozyskaniu z owoców do 9,3–11,0% wilgotności (zawartość wody w świeżej masie), nasiona zawierają wówczas 5,7–8,1% wody. Inni autorzy zalecają podsuszenie pestek do 15–24% wilgotności, jeśli pestki mają być przechowywane luzem w workach.
b) Podczas stratyfikacji stopniowanej następowało w okresie ciepłym szybkie odtworzenie stosunków wilgotności, które istniały w świeżych, nie podsuszonych jeszcze pestkach. W ciągu pierwszych 8 tygodni okresu chłodnego nie zachodziły żadne poważniejsze zmiany, następnie jednak w miarę zbliżania się do fazy kiełkowania wilgotność nasion, a w ślad za nią również wilgotność całych pestek szybko wzrastała.
c) Nasiona przelegujące zachowywały bez zmian wilgotność nabytą w początkowym okresie szybkiego pęcznienia.
d) Wilgotność całych pestek i nasion podlegała zmianom równocześnie z wystąpieniem zewnętrznych objawów ustępowania spoczynku, można ją zatem uznać za dobry wskaźnik aktualnego stanu fizjologicznego stratyfikowanych nasion.
2. a) Stosunek suchej masy okryw nasiennych (bielmo + resztki nucellusa + łupina nasienna) do suchej masy zarodków ulega zmianie dopiero w początkowej fazie kiełkowania; w okresie tym następuje szybki ubytek suchej masy okryw nasiennych i wzrost suchej masy zarodków.
b) U nasion przelegujących zmiany podanego powyżej stosunku suchych mas podczas stratyfikacji nie zachodzą.
3. a) Krzywa przewodności elektrycznej roztworów uzyskanych w różnych fazach ustępowania spoczynku dzięki egzoosmozie elektrolitów z tkanek do wody destylowanej przebiegała odmiennie dla zarodków i okryw nasiennych. Krzywa przewodności dla zarodków wykazywała w miarę

ustępowania spoczynku szybki wzrost, krzywa dla okryw nasiennych natomiast po początkowym wzroście nie podnosiła się więcej od fazy silnego pęknięcia pestek.

b) Przewodność elektryczna roztworów dla zarodków i okryw nasiennych nasion przelegujących nie podlegała podczas stratyfikacji większym zmianom.

4. a) Aktywność katalazy zarodków i bielma kształtowała się podczas ustępowania spoczynku odmiennie: aktywność katalazy zarodków wzrastała coraz szybciej, aktywność katalazy w bielmie osiągała swą maksymalną wartość w fazie silnego pęknięcia pestek i opadała od tej chwili niemal do zera.

b) W nasionach przelegujących aktywność katalazy zarodków nie wykazywała podczas stratyfikacji większych zmian, aktywność katalazy bielma podnosiła się w fazie pęknięcia pestek, nie opadała jednak w fazie kiełkowania nasion.

C. STRATYFIKACJA PESTEK INNYCH GATUNKÓW Z RODZAJU *PRUNUS* L.

1. Metoda stratyfikacji stopniowanej z dwutygodniowym okresem ciepłym w temperaturze 20°C i następującą po nim stratyfikacją chłodną w temperaturze 3°C zapewniała wyższy procent nasion kiełkujących niż stratyfikacja chłodna, również w odniesieniu do innych gatunków z rodzaju *Prunus*: *P. cerasifera* var. *divaricata* Bailey, *P. mahaleb* L. i *P. serotina* Ehrh.

2. Dla nasion moreli wystarczała stratyfikacja chłodna w temperaturze 3°C, w temperaturze zmiennej w zakresie 3°–8°C lub w chłodnej piwnicy. Stratyfikacja stopniowana powiększała procent nasion kiełkujących w tych przypadkach, w których po równoczesnej stratyfikacji chłodnej pozostawała jeszcze pewna rezerwa w postaci nasion przelegujących.

3. Kiełkowanie nasion wspomnianych powyżej gatunków rozpoczyna się po 9–12 tygodniach okresu chłodnego stratyfikacji stopniowanej, a zatem po 11–14 tygodniach od rozpoczęcia stratyfikacji w ogóle.

4. Bez szkody dla zdrowotności i zdolności kiełkowania nasion można pestki podsuszyć po pozyskaniu z owoców do następującego poziomu wilgotności: *Prunus mahaleb* — 8,1–8,3%, *P. cerasifera* var. *divaricata* — 7,4–8,1%, *P. serotina* — 7,2–8,1%, *P. armeniaca* — 6,0–6,4%.

D. WSKAZÓWKI DLA PRAKTYKI SZKÓLKARSKIEJ

Polecana w podręcznikach metoda stratyfikacji pestek dzikiej czereśni w stałej temperaturze zakresu 3°–6°C daje w większości przypadków złe rezultaty. Przedstawiona w niniejszej pracy metoda stratyfikacji stopniowanej (ciepło-chłodnej) pozwala na kilku- do kilkudziesięciokrotne podwyższenie procentu nasion kiełkujących. Metoda ta polega na zastosowaniu 2-tygodniowego okresu straty-

fikacji cieplej w temperaturze 20°C, a dopiero po niej 12–15-tygodniowej stratyfikacji chłodnej. Stwierdzono, że okres chłodny stratyfikacji stopniowanej może przebiegać zarówno w stałej temperaturze 3°C, w temperaturze zmiennej w zakresie 3°–8°C w cyklu dobowym, jak również w chłodnej piwnicy szkółkarskiej.

Wysiew stratyfikowanych pestek do gruntu powinien nastąpić gdy temperatura gleby jest niska, jak najszybciej po rozmarznięciu. Stratyfikację pestek należy rozpocząć na około 100–120 dni przed przewidywaną datą wysiewu, wliczając w to razem ciepły (14 dni) i chłodny (86–106 dni) okres stratyfikacji. Najwyższy procent nasion kiełkujących otrzymuje się wtedy, gdy w okresie wysiewu liczba pestek pękniętych w stratyfikowanej partii osiągnęła swą najwyższą wartość, a równocześnie zaczęły się pojawiać pierwsze nasiona kiełkujące.

Metoda stratyfikacji stopniowanej okazała się również lepsza od stratyfikacji chłodnej dla pestek ałyczy, antypki i czeremchy amerykańskiej. Dla pestek moreli, której nasiona kiełkują często w wysokim procencie po stratyfikacji wyłącznie chłodnej, metoda stratyfikacji stopniowanej zapewnia wyniki równie dobre lub lepsze.

LITERATURA

1. Abramow N. A., 1955. Wlihanie niekatorych biologiczeskich faktorow na prodolżitelnost perioda pokoja siemian jabłoni i gruszi. Izv. Akad. Nauk SSSR, 1 : 53–66.
2. Abramow N. A., 1958. Causes of dormancy in the seeds of fruit plants (ros.). Tr. Płodow. In-ta im. Miczurina 1956, 9: 111–127. (wg Hort. Abstr. 1959, Vol. 29, abstr. 2145)
3. Bajwa B. S., Kaura N. R. i Chadha T. R., 1959. Propagation of cherry. Indian J. Hort., 16: 18–19.
4. Barskaja E. J., Oknina E. Z., 1959. Nukleinowyje kisloty w procesach formirowania i rosta siemian płodowych kultur. Fizjologia Rast., 6: 98–99.
5. Bielőchonow J. W., 1938. The storage and preparation for sowing of pome and stone fruit seeds (ros.) Fruits and Vegetables, Moskwa 10: 46–51. (wg Hort. Abstr., 1939, Vol. 9, abstr. 42).
6. Bielőchonow J. W. i inni, 1939. Płodowodstwo. Sielchozgziz, Moskwa.
7. Biggs R. H., 1959. Relation of growth substances to after-ripening of peach seeds. Abstr. Plant Physiol. 34 (suppl): VII.
8. Blommaert K. L. J. i Hurter N., 1959. Growth response of physiologic dwarf seedlings of peach, apricot and plum to gibberellic acid. S. Afric. J. Agric. Sci., 2: 409–411.
9. Bołotskij J. S., 1954. O stratifikacji siemian na ldu. Sad i Ogorod, (12): 41–43.
10. Braak J. P., 1955. Effect of some external and internal factors on embryo and seedling development of the cherry. Pap. 14th Int. Hort. Congr. Scheveningen.
11. Brooks H. J. i Hough L. F., 1958. Vernalization studies with peach embryos. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 71: 95–102.
12. Brzeski W. i Kaniuga Z., 1956. Ćwiczenia z biochemii roślin. PWN Warszawa.
13. Busurin M. J., 1959. Praca na stopień kandydata nauk rolniczo-leśnych wykonana w Akademii Rolniczej im. Timiriazewa, Moskwa (streszczenie).
14. Carlson R. i Tukey H. B., 1945. Differences in after-ripening requirements of several sources and varieties of peach seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 46: 199–202.

15. Chatipow S. E. i Chatipow A. E., 1953. Opyt stratyfikacji płodowych siemian, Sad i Ogorod, (11): 65–68.
16. Crane J. C. i Punsri P., 1956. Comparative growth of the endosperm and the embryo in unsprayed and 2,4,5 - Trichlorophenoxyacetic acid sprayed Royal and Tilton apricots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 68: 96–104.
17. Crocker W., 1927. Dormancy in hybrid seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 36–41
18. Crocker W., 1930. Harvesting, storage and stratification of seeds in relation to nursery practice. Contr. Boyce Thompson Inst., 114–120.
19. Crocker W., 1948. Growth of plants. Reinold Publishing Corp., N. York.
20. Crocker W., Barton L., 1931. After-ripening, germination and storage of certain rosaceous seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 3: 383–404.
21. Crocker W. i Barton L., 1953. Physiology of seeds. Chronica Botanica Comp. Waltham, Mass., USA.
22. Croizat L., 1952. Manual of phytogeography. Uitgeverij Dr. W. Junk, The Hague.
23. Davidson O. W., 1933. The germination of „non viable“ peach seeds. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 30: 129–132.
24. Donohu C. W. Jr i Walker D. R., 1957. Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elberta peach. Science, 126: 1178–1179.
25. Evenari M., Konis E. i Zirkin D., 1948. On the germination of some rosaceous seeds. II. The germination of Kerassi seeds (*Prunus cerasia* Bl.). Palest. J. Bot., 4: 166–170.
26. Fine J. MN. i Barton L. V., 1958. Biochemical studies of dormancy and after-ripening in seeds. I. Changes in free amino acid content. Contr. Boyce Thompson Inst., 19: 483–500.
27. Flemion F., 1933. Physiological and chemical studies of after-ripening of *Rhodotypos kerrioides* seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 5: 143–160.
28. Flemion F., 1934. Dwarf seedlings from non after-ripered embryos of peach, apple and hawthorn. Contr. Boyce Thompson Inst., 6: 205–209.
29. Flemion F., 1936. A rapid method for determining the germinative power of peach seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 8: 289–293.
30. Flemion F., 1938. Breaking the dormancy of seeds of *Crataegus* species. Contr. Boyce Thompson Inst., 9: 409–424.
31. Flemion F., 1941. Further studies on the rapid determination of the germinative capacity of seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 11: 455–464.
32. Flemion F., 1948. Reliability of the excised embryo as a rapid test for determining the germinative capacity of dormant seeds. Contr. Boyce Thompson Inst. 15: 229–241.
33. Flemion F., 1954. Physiological and chemical changes occurring prior, during and subsequent to germination of some rosaceous seeds. VIII-me Congrès Intern. de Botanique, Paris, Rapports et communications parvenus avant le congrès aux sections 11 et 12, str. 302.
34. Flemion F., 1955. Physiological and chemical changes occurring prior to, during and subsequent to germination of some rosaceous seeds. Rep. 14th Intern. Congr. Wageningen, 1197–1200.
35. Flemion F., 1956. Effect of temperature, light and nutrients on physiological dwarfing in peach seedlings. Plant Physiol., 31 (suppl.): III.
36. Flemion F., 1959. Effect of temperature, light and gibberellic acid on stem elongation and leaf development in physiologically dwarfed seedlings of peach and *Rhodotypos*. Contr. Boyce Thompson Inst., 20: 57–70.
37. Flemion F., Prober P. L., 1960. Production of peach seedlings from unchilled seeds. I. Effect of nutrients in the absence of cotyledonary tissue. Contr. Boyce Thompson Inst., 20: 409–419.

38. Flemion F. i de Silva S., 1960. Bioassay and biochemical studies of extracts of peach seeds in various stages of dormancy. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 20: 365–379.
39. Flemion F. i Waterbury E., 1945. Further studies with dwarf seedlings of non after-ripened peach seeds. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 13: 415–422.
40. Fogle H. W., 1958. Effect of duration of after-ripening, gibberellin and other pretreatments on sweet cherry germination and seedling growth. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 72: 129–133.
41. Fordham A. J., 1960. Propagation of woody plants by seed. *Arnoldia*, 20 (6): 33–40.
42. Głuszczenko K. S., 1951. Płodowyj pitomnik. Taszkent, Izd. Akad. Nauk Uzb. SSR.
43. Gray R. A., 1958. Breaking the dormancy of peach seeds and crab grass seeds with gibberellins. *Abstr. in Plant Physiol.*, 33 (suppl.) XL–XLI.
44. Gurgendize M. G., 1956. Kak powyszit wschożest siemian kostoczkowych, *Sad i Ogorod*, (6): 45–46.
45. de Haas P. G., 1955. Neue Beiträge zur Sämlingsanzucht bei Kernobst. *Rept. 14th Intern. Hort. Congr. Wageningen*, 1185–1196.
46. de Haas P. G. i Schander H., 1952. Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. I. Samen und Keimung. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 31(4): 457–512.
47. Haut J. C., 1932. The influence of drying on the after-ripening and germination of fruit tree seeds. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 29: 371–374.
48. Haut J. C., 1932. Catalase activity in relation to the after-ripening of fruit tree seeds. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 29: 375–379.
49. Haut J. C., 1933. The effect of various low temperatures upon the after-ripening of fruit tree seeds. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 30: 365–367.
50. Haut J. C., i Gardner F. E., 1934. The influence of pulp desintegration upon the viability of peach seeds. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 32: 323–327.
51. Hesse C. O. i Kester D. E., 1955. Germination of embryos of *Prunus* related to degree of embryo development and method of seed handling. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 65: 251–264.
52. Hildebrandt W., 1959. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. I. Die Ursachen der Keimruhe von Steinobstsaatgut. *Gartenbauwiss.*, 24: 161–176.
53. Hildebrandt W., 1959. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. II. Über den Einfluss der Stratifikations Temperatur auf Nachreife und Keimung verschiedener Steinobstarten. *Gartenbauwiss.*, 24: 411–429.
54. Hildebrandt W., 1960. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. III. Die Feuchtigkeitsaufnahme des Steinobstsaatgutes bei der Quellung und der Einfluss der Feuchtigkeit auf die Keimung. *Gartenbauwiss.* 25: 15–32.
55. Hildebrandt W., 1960. Keimungsphysiologische Studien an Steinobst. IV. Untersuchungen zur Ermittlung der Mindeststratifikationsdauer bei verschiedenen Steinobstarten. *Gartenbauwiss.*, 25: 162–173.
56. Hilkenbäumer F., 1936. Versuche zur Behebung des Keimverzugs bei Steinobstsaamen und zur Klärung seiner Ursache. *Landw. Jb.*, 82: 883–924.
57. Karnatz H., 1950. Versuchsergebnisse über die Stratifikation von Steinobstsaatgut. *Deutsche Baumschule*, 2: 193–196.
58. Kester D. E., 1953. Factors affecting the aseptic culture of Lovell peach seedlings. *Hilgardia*, 22: 335–365.
59. Kester D. E. i Hesse C. O., 1955. Embryo culture of peach varieties in relation to season of ripening. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 65: 265–273.
60. Koszelenko W. M., 1953. Stratifikacja siemian kostoczkowych porod., *Sad i Ogorod*, (9): 12–14.
61. Kramer S., 1956. Beiträge zur Züchtungsforschung beim Pfirsich 1. Untersuchungen zur Frucht- und Embryoentwicklung bei Pfirsichsorten (*Prunus persica* L.). *Archiv für Gartenbau*, 4: 67–81.

62. Krüssman G., 1954. Die Baumschule, Paul Parey, Berlin.
63. Krzeszkiewiczówna W., 1939. Określenie potencjalnej zdolności kiełkowania nasion sosny za pomocą metody barwienia. Inst. Bad. Lasów Państw. Rozprawy i Sprawozdania, seria A, nr 35.
64. Küppers H. i Hilkenbäumer F., 1949. Selektion von Vogelkirschen als Kirschenunterlage. Züchter, 19: 333–343.
65. Lakon G., 1949. Die Anwendung meines topographischen Tetrazoliumverfahrens zur Feststellung der Keimfähigkeit der Kern- und Steinobstsamen. Saatgutwirtschaft, 1 (13): 51–53.
66. Lalatta F., 1959. Sementi ortofrutticole. La postmaturazione dei semi nelle specie arboree do frutto. Sementi elette, 5(1): 65–66 (wg Hort. Abstr. 1959, Vol. 29., abstr. 2103).
67. Lammerts W. E., 1944. Effect of photoperiod and temperature on growth of embryo-cultured peach seedlings. Amer. Journ. Bot., 30: 707–711.
68. Lesley J. W. i Bonner J., 1952. The development of normal peach seedlings from seeds of early-maturing varieties. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 60: 238–242.
69. Lewitt J., 1951. Frost, drought and heat resistance. Ann. Rev. of Plant Physiol., 2: 245–268.
70. Lichonos F. D., 1959. O niektórych biologiczeskich osobiennostiach siemian i siewancew płodowych dierewiew. Bot. Żurn., 44: 1341–1344.
71. Lilleland O. i Brown J. B., 1936. Growth study of the apricot fruit. III. The effect of girdling. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 34: 264–271.
72. Lubczenko W. M., 1959. Aktywnost katalazy w siemienach *Tilia cordata* Mill. i *Evonymus europaea* L. w procesie stratyfikacji. Bot. Żurn., 44: 522–524.
73. Maciejewska A., 1961. Niektóre dane o budowie anatomicznej i morfologicznej nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey). Praca magisterska wykonana przy Katedrze Sadownictwa WSR w Poznaniu (nie opublikowana).
74. Marcet E., 1951. Beitrag zur Verbesserung des Keimprozentos bei der Vogelkirsche (*P. avium* L.). Schweiz. Z. Forstw., 102: 524–526.
75. Mietlickij Z. A., 1949. Płodowyj pitomnik. OGIZ-Sielchozgis, Moskwa.
76. Oknina E. Z. i Owanesjan K. A., 1957. Fizjologo-biochimizeskoe izuczenie siemian wisznj pri sozrewanii i pieriechodie ich w pokoj. Fizjol. Rast., 4: 77–81.
77. Oknina E. Z., 1960. Praca na stopień doktora nauk wykonana w Instytucie Fizjologii Akademii Nauk ZSRR, Moskwa (streszczenie).
78. Passecker F., 1947. Vermehrungs- und Züchtungsfragen bei der Aprikose. Züchter, 17/18: 277–284.
79. Passecker F., 1955. Keimungsphysiologische Untersuchungen an Kern- und Steinobst. Gartenbauwiss., 2(20): 274–290.
80. Pieniążek S. i Wiśniewska J., 1954. The properties of the protoplasm in the tissue of one-year-old fruit-tree shoots in the course of different phenophases. Bull. Acad. Polon. Sci., Cl. II: 149–152.
81. Piskariew W. J., 1937. Opredielenie wschożesti siemian płodowych rastienij okraszcziwaniem. Za Micz. Płodow., (1): 51–63.
82. Piskariew W. J., 1937. Prodolżytielnost perioda pokoja u siemian płodowych porod. Za Micz. Płodow., (5–6): 84–87.
83. Piskariew W. J., 1937. Wlijanie pokrowow siemieni na prorastanie siemian płodowych kultur. Za Micz. Płodow., (2) 26–36.
84. Piskariew W. J., 1938. Proraszcziwanij siemian nie proszedzich perioda pokoja. Za Micz. Płodow. (5): 39–48.
85. Pollock B. M., 1959. Temperature control of physiological dwarfing in peach seedlings. Nature, 183: 1687–1688.

86. Pollock B. M. i Olney H. O., 1959. Studies of the rest period. I. Growth, translocation and respiratory changes in the embryonic organs of the after-ripening cherry seed. *Plant Physiol.* 34: 131–142.
87. Ragland C. H., 1934. The development of the peach fruits with special reference to split-pit and gumming. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 31: 1–21.
88. Rehder A., 1951. *Manual of cultivated trees and shrubs.* MacMillan Comp. New York.
89. Rodionow A. P., 1959. A study of the vernalization stage in *Prunus tomentosa* (ros). *Dokl. Wsiesoj. Akad. Sielkochoz. Nauk.*, 24 (3) 12–22 (wg Hort. Abstr. 1960, Vol. 30, abstr. 1099).
90. Rowley G. D., 1953. Germination in *Rosa*. *A. R. John Innes Hort. Inst.*, 27–28.
91. Schander H. 1955. Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. II. Untersuchungen über die allgemeinen Temperatursprüche der Kernobstsamen während der Keimung. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 34(4): 421–440.
92. Schander H., 1955. Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. III. Sortenvergleichende Untersuchungen über die Temperatursprüche stratifizierten Saatgutes von Kernobst und über die Reversibilität der Stratifikationsvorgänge. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 35(1): 89–97.
93. Schander H., 1955. Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. IV. Untersuchungen über Sortenunterschiede hinsichtlich der Temperatursprüche und der Frostresistenz während der Keimung sowie über Alterungserscheinungen bei Samen von Kernobst. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 35(2): 179–198.
94. Schander H., 1955. Über die Ursachen von Gewichtunterschieden bei Samen von Kernobst (Apfel und Birne). *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 34(3): 255–306.
95. Schander H., 1956. Keimungsphysiologische Studien an Kernobst. V. Sortenvergleichende Untersuchungen über Einflüsse von Wärme- u. Kaltenbehandlungen, die vor der Strafizierung auf den Samen einwirken. *Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung*, 35(3): 345–361.
96. Schanderl H., 1949. Die Entwicklungsgeschichte des Embryos bei den Rosazeengattungen *Prunus*, *Pirus* und *Malus*. *Züchter*, 19: 206–210.
97. Scott D. H. i Ink D. P., 1957. Treatment of *Rubus* seeds prior to after-ripening to improve germination. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 69: 261–267.
98. Sołowiewa M. A., 1950. Chranienie siemian owocowych kultur. *Sad i Ogorod.* (10): 24–28.
99. Sołowiewa M. A., 1953. Ob usłowiach dlitelnego chraniaienia siemian owocowych kultur. *Agrobiologia*, (1): 81–93.
100. Strasburger E. i Koernicke M., 1913. *Das botanische Praktikum.* G. Fischer Verlag, Jena.
101. Ślaski J. 1950. *Szkołkarstwo polskie.* Tom II. Lud. Spółdz. Wyd. Poznań.
102. Talejsnik E. D., 1955. Rozmnożenie wojłocznoy wiszni siemienami. *Sad i Ogorod*, (9): 47–48.
103. Taylor J. W., 1957. Growth of non stratified peach-embryos. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 69: 148–149.
104. Theobald W. L. i Hough L. F. 1960. The relationship between stage of peach embryo development and seedling growth and survival. *Proc. Am. Hort. Sci.*, 75: 163–170.
105. Tukey H. B., 1929. Seedling fruit stocks. *N. York State Agric. Exp. Station Geneva*, N. Y. Bull. No 569.
106. Tukey H. B., 1933. Growth of the peach embryo in relation to growth of fruit and season of ripening. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 30: 209–218.
107. Tukey H. B., 1933. Artificial culture of sweet cherry embryos. *J. Hered.*, 24: 7–12.
108. Tukey H. B., 1934. Growth of the embryo, seed and pericarp of the sour cherry (*P. cerasus*) in relation to season of fruit ripening. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 31: 124–144.

109. Tukey H. B. 1934. Artificial culture methods for isolated embryos of deciduous fruits. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 32: 313–321.
110. Tukey H. B., 1938. Growth patterns of plants developed from immature embryos in artificial culture. Bot. Gaz., 99: 630–635.
111. Tukey H. B. i Carlson R. F., 1945. Breaking the dormancy of peach seed by treatment with thiourea. Plant Physiol., 20: 505–515.
112. Tukey H. B. i Carlson R. F., 1945. Morphological changes in peach seedlings following after-ripening treatments of the seeds. Bot. Gaz., 106: 431–440.
113. Tukey H. B. i Lee F. A., 1936. Embryo abortion in the peach in relation to chemical composition and season of fruit ripening. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 34: 255–256.
114. Tyszkiewicz S., 1938. Über die Prüfung des Forstsaatgutes. Forstwiss. Zentralbl. 725–738.
115. Tyszkiewicz S. i Dąbrowska J., 1953. Stratyfikacja nasion drzew i krzewów. Roczn. Nauk Leśn. 1: 155–221.
116. Von Abrams G. J. i Hand M. E., 1956. Seed dormancy in *Rosa* as a function of climate. Am. Journ. Bot. 43: 7–12.
117. Von Veh R., 1936. Die Anzucht von Kirschsämlingen aus frischgeerntetem Saatgut. Züchter, 8: 305–312.
118. Wenjaminow A. N. i Dołmatowa L. A., 1959. O stratyfikacji siemian. Sad i Ogorod. (11): 46–49.
119. Wenjaminow A. N., i Jusubow A. M., 1959. Wlijanie usłowij podgotowki siemian abrikosa na rozwitcie siejancew. Agrobiologia, (1): 148–150.
120. Woody—Plant Seed Manual, 1948. U. S. Dep. of Agric., Misc. Publ. No 654, Washington.
121. Záchey Š. 1958. Skrótenie doby preliehavosti siemien čerešnie (*Cerasus avium* Moench.) a jarabiny vtáče (j) (*Sorbus aucuparia* L.). Lesnícky Časopis, 4: 81–115.
122. Zagaja S. W. 1961. Preliminary results of investigations on the effect of low temperatures on the development of seedlings from immature embryos of sweet and sour cherries. Bull. de l'Acad. Pol. des Sci. Cl. V., Vol. V, (3): 113–115.
123. Zagaja S. W. i Hough L. F., 1959. Survey of amino acids in acid hydrolysates from embryos of early and late ripening peaches. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 75: 181–187.
124. Zagaja S. W., Hough L. F. i Bailey C. H. 1960. The response of immature peach embryos to low temperature treatments. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 75: 171–180.
125. Zagaja S. W. i Pieniążek S. A., 1961. Studia nad przygotowaniem nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) do wysiewu. Cz. I. Wpływ niektórych czynników zewnětrzných na dynamikę przebiegu dojrzewania posprętnego nasion ałyczy. Prace Inst. Sadown., t. V: 3–16.
126. Zagaja S. W., Pieniążek S. A. i Piątkowski M., 1961. Studia nad przygotowaniem nasion ałyczy (*Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey) do wysiewu. Cz. II. Wyniki doświadczeń polowych. Prace Inst. Sadown., t. V: 17–28.
127. Zdruikowskaja A. J., 1951. Wospitanie zarodyszej siemian ranných sortow czereszni. Agrobiologia, (1): 177–179.
128. Zdruikowskaja A. J., 1953. Powyszenie żizniennosti zarodyszej siemian ranných sortow czereszni. Agrobiologia, (2): 113–115.
129. Zdruikowskaja A. J., 1954. Wospitanie zarodyszej siemian ałyczy, połuczenných ot wtoricznogo (osiennego) cwiętienia. Agrobiologia, (4): 130–133.
130. Zielinski Q. B., 1958. Some factors affecting seed germination in sweet cherries. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 72: 122–128.

BOLESŁAW SUSZKA

Influence of the temperature factor on the breaking of dormancy in mazzard seeds (Prunus avium L.)

Summary

Seeds of all species of trees and shrubs belonging to the subfamily *Prunoideae* (family *Rosaceae*) originating in the temperate zone are characteristic of a long seed dormancy. Dormancy of these seeds may be broken by cold treatment. The low temperature however is effective on moist seeds only under aerobic conditions. Treatment creating these conditions is known as stratification.

Various authors carried out research after the temperature of stratification of stones of various species belonging to the genus *Prunus* L. — nevertheless, the obtained results do not agree, even in respect to stones of the same species, as to both the time and optimum temperature of stratification. In general, cold stratification at a constant temperature is recommended. Different temperatures ranging between -2°C and 10°C or even 12°C were claimed by various authors to be optimal for stratification of different or sometimes the same species. Effects of cold stratification are, however, often small and insufficient. Usually only part of the seeds germinates in response to this kind of stratification, the majority remains dormant or deteriorates. Such a situation takes place very often when stratification is applied to stones of mazzard (*Prunus avium* L.). This particular species gives a lot of trouble to gardeners and nurserymen.

Under natural conditions stones of species belonging to the genus *Prunus*, the fruits of which ripen in summer or early autumn, encounter in the topsoil layer temperatures at first relatively high. Only after some time the temperature of the soil becomes lower, and in regions with more severe climatic conditions the soil finally freezes for a longer or shorter period (Fig. 24). On the basis of the assumption that inherited, fixed temperature requirements of the seeds for passing the dormancy period are in accordance with the thermal conditions of the soil environment which prevail during the natural stratification, it can be inferred that exclusively cold stratification is not suitable for mazzard seeds. The effects of cold stratification so often unfavourable seem to furnish evidence in favour of the above.

In order to test these presumptions 5 year experiments were performed at the Department of Dendrology and Pomology of the Polish Academy of Sciences, Kórnik near Poznań. They represented a comparative study of responses arising in stones of mazzard and other species belonging to the genus *Prunus* L., on one hand to cold, and on the other to warm followed by cold stratification. Changes in temperature of the warm followed by cold stratification were applied in order to reproduce in some extent natural conditions under which periods with a higher temperature are followed by periods with a lower temperature. Owing to technical difficulties gradual changes in temperature were not introduced; in lieu, two suddenly changing periods were applied: one with a high temperature (warm period) followed by another with a low temperature (cold period).

Warm followed by cold stratification has been recommended for many years for seeds of various species belonging to different families. Within the family *Rosaceae* it has been recommended for certain species belonging to the genera: *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Rhodotypos*, *Rosa*, *Rubus* and *Sorbus* as well as for three species of the genus *Prunus*, viz. for *P. padus* L., *P. pennsylvanica* L. and *P. pumila* var. *susquehanae* Jaeg. (Table 1). In all these cases, however, it is only a matter of a warm followed by cold stratification with a long warm period lasting from 60 to 120 days; the temperature of the warm period ranging between 20° and 30°C . The present experiments revealed that for stones of several species belonging to the genus *Prunus* L. a warm followed by cold stratification with a short, at most a fortnight long, warm period is favourable.

The establishment of the optimum conditions of the warm followed by cold stratification has enabled investigations of the changes in some of the indicators of the physiological state, viz. changes related to the process of dormancy breaking in seeds.

Material and methods

Stones of mazzard (*Prunus avium* L.) examined in 1956–1960 originated from trees growing on natural sites in South Poland (six lots) and in Slovakia (one lot) or from cultivated mazzard trees from South or Central Poland (ten lots). Each lot derived from single tree or from a mixture of stones of several trees. In 1959–60 the scope of the experiments was broadened and seeds of other species belonging to the genus *Prunus* L. were included. This seed material came only from trees cultivated in Poland. The following species were thus involved: *Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey (three lots), *P. mahaleb* L. (three lots), *P. serotina* Ehrh. (three lots) and *P. armeniaca* L. (four lots). Dry storage in sacks was applied before stratification, some lots, however, were stored in sealed bottles, half full, at temperature of 3°C. Seed viability was determined during all stages of research according to the method of staining seed embryos with a 1 : 2000 solution of indigo carmine, for two hours, at 20°C.

The following problems were analyzed during these investigations:

- 1) temperature and duration of the first and second period of the warm followed by cold stratification,
- 2) effectiveness of warm followed by cold stratification in comparison with cold stratification — at various combinations of temperature and various timings of the warm and cold periods, various conditions of storage and different periods of storing of the stones before stratification, and various temperatures of the period of germination,
- 3) optimum water content in whole stones and in excised seeds during storage before stratification,
- 4) effectiveness of cold and warm followed by cold stratification under following conditions of the cold period: a) constant temperature, b) temperature alternating every day, c) cellar temperature gradually changing,
- 5) changes of indicators of the physiological state of stratified seeds during the gradual breaking of dormancy — worked out separately for the embryos and seed envelopes (endosperm + remainders of the nucellus + seed coat),
- 6) effectiveness of warm followed by cold stratification as compared with the cold stratification applied to stones of various species of the genus *Prunus* L., under various combinations of cold stratification, and various combinations of the cold period of the warm followed by cold stratification listed under point 4.

The examination of these problems had to be based on a series of experiments, which were usually carried out simultaneously on stones of different origins. Except for the problems given under point 5, all the experiments included analyses of the following indicators: splitting open of stones, germination of seeds, prolonged seed dormancy during stratification, and seed decay; control determinations were carried out every three weeks. In all the experiments seed viability was controlled. Stones were stratified in glass jars in a moist mixture of sand and peat, in the ratio of 1 : 1 by volume; moisture and aeration were maintained on the right level in this medium and was checked every three weeks. The jars were placed either in thermostats or in refrigerators working with accuracy of $\pm 0.5^\circ\text{C}$. During the checking (every three weeks) the germinating and decayed seeds were removed. These seeds were regarded for germinated whose roots — the stone having been split before — pierced through the seed envelopes and were longer than 3 mm. In some of the experiments lots of seeds were stratified at the same time in a cool cellar, the temperature of which was under constant control with the use of thermohygrographs. Within experiments with a cyclically alternating temperature the jars containing the stratified stones were placed in following temperature conditions: 12 hours at 3°C, 12 hours at 8°C. This daily temperature cycle was maintained during the whole cold period. Some of the experi-

ments involved additional tests of seed germination: after the stratification the seeds were placed in sand germinators under conditions of a higher temperature.

The first part of these investigations was devoted to analyze a great number of combinations of the temperature conditions during stratification; beside different variants of the cold stratification at temperatures of 1°, 3°, 6° and 9°C for 27 or 33 weeks, various combinations of warm followed by cold stratification were applied. The warm period in these combinations proceeded at temperatures of 20° and 25°C for 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 weeks; the cold period at temperatures of 1°, 3°, 6° and 9°C for 27 or 33 weeks. Temperature conditions of all the experiments are graphically summarized in Figs.: 1–5 and 9–12. Investigations were carried out both with quite fresh stones taken out from the fruits and not dried, with fresh but dried stones, and also with stones which had been dried and stored for varying periods of time from July to January. During the first stages of work (1956–58) analyses were carried out on relatively large numbers of stones but each combination was represented by one replication. In 1958–1960 the number of stones in each lot was limited at first to 300, later to 50, but 3 or 4 replications were performed for each combination (3 × 300; 4 × 50 stones). Results of the experiments of 1958–1960 were statistically interpreted and depicted in diagrammatic form (Fig. 13–18). The coefficient of efficiency was calculated for the corresponding modifications of warm followed by cold, and cold stratification i. e. such variants where the cold stratification and the cold period of the warm followed by cold stratification took place under identical conditions and at the same time (e. g. 20°/3°C and 3°C). This coefficient is the quotient of the following:

$$x = \frac{\% \text{ of seeds germinated during the warm followed by cold stratification}}{\% \text{ of seeds germinated during the cold stratification}}$$

Research into changes in the indexes of the physiological state of seeds during the gradual breaking of dormancy was carried out for the whole period of stratification until the time of germination. In view of the fact that seeds never become ready to germinate and never germinate at the same time — each lot of stones was separated for analyses into unsplit, slightly split, much split stones; and into stones with slightly germinating and fully germinating seeds. In each lot of seeds embryos and seed envelopes were analysed separately. Control determinations were repeated many times and ended when a sufficient amount of seeds fully germinating appeared. The classification of seeds into groups according to their behaviour made it possible to establish the differences between the physiological state of seeds in which the breaking of dormancy takes a regular course, and the physiological state of seeds which are healthy but do not germinate under the same conditions as the former, i. e. the seeds with prolonged dormancy. The following indicators were analyzed in this case: changes in water content, the ratio of the dry matter of the seed-envelopes (endosperm + remainders of the nucellus + seed coat) to the dry matter of the embryos (the drying temperature 105°C), activity of aqueous extracts of catalase (Euler and Josephson's method) and the electrical conductance of solutions obtained by an exosmosis of electrolytes diffusing from the embryos and the seed envelopes into distilled water. Each variant was analyzed in four replications (4 × 30 seeds) and the results were depicted in diagrammatic form (Fig. 19–23).

Results:

A. Stratification of mazzard stones (*Prunus avium* L.)

1. Optimum conditions of the warm followed by cold stratification of mazzard stones ranged between 1 and 2 weeks of warm stratification at a temperature of 20°C followed by a cold stratification in a temperature of 1°–3°C. The following system was applied in the later experiments: 2 weeks of warm stratification at a temperature of 20°C were followed by a cold stratification at 3°C.

2. The warm followed by cold stratification — in comparison with cold stratification (cold treatment being the same in both cases) — increased to a considerable extent the percentage

of germinating seeds. Efficiency of this method was higher in lots of seeds which gave low percentage of seeds germinating during the cold stratification.

3. The warm followed by cold stratification was better than the cold stratification for fresh seeds, for seeds dried after the extracting from the fruits, and for seeds stored until wintertime in a dry state, both in sacks and in half-full sealed bottles placed in a temperature of 3°C.

4. A prolongation of the warm period of the warm followed by cold stratification over three weeks and a rise in temperature of that period from 20°C to 25°C resulted in a lowering of the viability of the stratified seeds.

5. A rise in temperature of the cold stratification from 1°C or 3°C to 6°C or 9°C favoured the splitting of stones, but at the same time it radically decreased the percentage of germinating seeds. This situation took place under conditions both of cold and of the warm followed by cold stratification.

6. The warm followed by cold stratification, as compared with the cold stratification, not only increases the percentage of germinating seeds but offers also several other advantages: a) maintaining of the initial viability of the seeds during the whole period of stratification (during the cold stratification there occurs a considerable decreasing of seed viability), b) decreasing many times the percentage of seeds with prolonged dormancy.

7. Optimum temperature of germination of stratified mazzard seeds ranges within the limits of cold temperatures (1°–13°C), and not within the limits of warm temperatures (above 16°C) as it used to be believed.

8. After the warm followed by cold stratification seeds ought to be sown when the number of split stones in the stratified lots does not increase any more (12–15 week of cold period) and when the first germinating seeds appear. The seed bed temperature in the sowing depth, or the temperature of sand on the germinator ought to be as near 3°C as possible, and not higher than 13°C, for at least 6 following weeks.

9. The sowing of stratified stones during the phase of breaking dormancy described above must be carried out as early as possible so as to enable the sown seeds to encounter in the soil conditions of a lowered temperature which favours the breaking of dormancy. This is very important for these seeds which are still dormant during the sowing time.

10. These seeds germinated best, whose stratification began 100–120 days before sowing. This period was divided into 14 days of warm stratification and 86–106 days of cold stratification.

11. The breaking of dormancy during the warm followed by cold stratification was equally satisfactory, whether the temperature of the cold period was constant (3°C) or alternating with a daily shift from 3°C to 8°C or gradually changing within limits of — 2°C to 6°C in the cellar. Favourable results, however, were only obtained if a short warm stratification was applied before the cold stratification.

B. Indicators of the physiological state of seeds during the stratification of mazzard stones (*Prunus avium* L.)

1. Research for the temperature conditions of stratification of mazzard stones were completed by tests of the physiological state of stratified seeds at various phases of the gradual breaking of dormancy. The following indicators were therefore analysed in seeds whose breaking of dormancy took place under optimum conditions of the warm followed by cold stratification:

- a) moisture of whole stones, of excised seeds, and of shells,
- b) ratio of the dry matter of the seed-envelopes to the embryo dry matter,
- c) electrical conductance of the solution obtained by the exosmosis of electrolytes from embryos and seed-envelopes into distilled water,
- d) activity of catalase of the embryos and seed-envelopes (endosperm).

The analysed material was divided into the following groups: dormant seeds from unsplit stones, seeds from slightly split stones, seeds from much split stones, seeds during the initial

and seeds during the further phase of germination. It was found that tissues of dormant seeds revealed a low degree of physiological activity — irrespective of the indicator.

2. a) Stones of mazzard can be dried to 9.3—11.0% of moisture (water content in the fresh matter) after extracting from the fruits without damaging the viability or germination capacity of the seeds which contain at that time 5.7—8.1% of water. Other authors suggest to dry the stones to 15—24% of moisture before dry storage in sacks.

b) during the warm period of the warm followed by cold stratification there took place a rapid reconstruction of the water relations which occurred in fresh, undried stones; during the first 8 weeks of the cold period there were no important changes, later the moisture of seeds increased with the approach of the germination phase and so did finally the moisture of the entire stones,

c) in the seeds which remained dormant (prolonged dormancy) for the whole time of stratification the moisture percent attained at the initial stage of the rapid swelling,

d) the moisture of the entire stones and seeds changed together with the appearance of external signs of the breaking of dormancy; it may therefore be regarded as a reliable indicator of the physiological state of stratified seeds (Fig. 20).

3. a) The ratio of dry matter of the seed-envelopes (endosperm + remainders of the nucellus + seed coat) to the dry matter of the embryo changes since the initial stage of germination; at that period there occurs a rapid decrease in the amount of the embryo dry matter (Fig. 21).

b) in the seeds with a prolonged dormancy the above described changes in the dry matter ratios do not take place.

4. a) The electrical conductance curve of solutions obtained at various stages of the breaking of dormancy, owing to the exosmosis of electrolytes from the tissues to distilled water, had a different run in the case of embryos and a different one in the case of seed-envelopes. The curve of the embryos rose markedly with the gradual breaking of dormancy; the respective curve of the seed-envelopes, on the other hand, at first rose, but since the stage of an intensive splitting of stones it remained on one level (Fig. 22),

b) the electrical conductance of solutions obtained from embryos and seed-envelopes of dormant seeds did not undergo any greater changes during the stratification.

5. a) The activity of catalase in the embryo and endosperm changed at different rates during the breaking of dormancy; the catalase activity of the embryos increased at higher rate. Catalase activity of the endosperm attained its maximum rate during the phase of an intensive splitting of stones and then fell almost to zero (Fig. 23),

b) in seeds with prolonged dormancy the catalase activity of the embryos did not very much during the stratification; the catalase activity of the endosperm rose at the phase of splitting of stones, but later did not fall.

C. Stratification of stones of some other species belonging to the genus *Prunus* L.

1. The method of warm followed by cold stratification with a fortnightly warm period of 20°C and a following cold period of 3°C yielded a higher percentage of germinating seeds than cold stratification also in the case of other species of the genus *Prunus* L., viz. *P. cerasifera* var. *divaricata* Bailey, *P. mahaleb* L. and *P. serotina* Ehrh. (Fig. 15—17).

2. For *Prunus armeniaca* L. seed a cold stratification at a temperature of 3°C or at alternating temperatures ranging between 3 and 8°C, or also in a cold cellar was sufficient; the warm followed by cold stratification increased the percentage of germinating seeds in those lots of seeds in which after a simultaneous cold stratification there still remained a certain amount of non-germinating dormant seeds (Fig. 18).

3. Germination of seeds of the mentioned species began after a 9–12 weeks cold period of the warm followed by cold stratification, i. e. after an 11–14 weeks period from the beginning of stratification in general.

4. The stones can be dried after their removal from fruits, without any effect on their viability and germination capacity to the following levels of humidity: *Prunus mahaleb* 8.1–8.3%; *Prunus cerasifera* var. *divaricata* 7.4–8.1%; *Prunus serotina* 7.2–8.1%; *Prunus armeniaca* 6.0–6.4%.

D. Advice for nursery practice.

Cold stratification of mazzard stones in a constant temperature recommended up to the present in manuals, is only slightly effective. A new method of a warm followed by cold stratification reported in the present paper largely raises the percentage of germinating seeds. This method runs as follows: a fortnightly period of warm stratification at a temperature of 20°C precedes the 12–15 week cold stratification. It was found that the cold period of warm followed by cold stratification may take place either under conditions of a constant temperature of 3°C, or at a temperature alternating daily within the limits of 3–8°C, or even in a cold nursery cellar.

Stratified stones ought to be sown in the open as soon as thawing is over and soil temperature low. Stratification of stones ought to start about 100–120 days before the planned date of sowing (including 14 days of warm and 86–106 days of cold stratification). The highest percentage of germinating seeds is obtained in the case when the number of split stones at the time of sowing is largest and when at the same time first germinating seeds appear.

The warm followed by cold stratification is more favourable than cold stratification not only for mazzard stones but also for stones of cherry plum, mahaleb plum and black cherry. Apricot stones, the seeds of which often germinate in a high percentage after a solely cold stratification, respond, however, in the same or even better way to the warm followed by cold stratification.

БОЛЕСЛАВ СУШКА

Влияние термического фактора на уступание состояния покоя семян дикой черешни (*Prunus avium* L.)

Краткое содержание

Семена всех видов деревьев и кустарников из подсемейства *Prunoideae* (семейство *Rosaceae*), происходящих из зоны умеренного климата, обычно характерны продолжительным периодом состояния покоя. Это состояние покоя уступает только после действия пониженной температуры на разбухшие семена при постоянном доступе воздуха и воды. Процедуру создающую такие условия, называем стратификацией¹.

Результаты исследований разных авторов, разрабатывающих вопрос температуры стратификации косточек разных видов рода *Prunus* L. очень часто несхожи даже по отношению к косточкам того же вида. Относится это как ко времени действия, так и к высоте оптимальной температуры стратификации. Рекомендуются холодная стратификация в постоянной температуре, причем как

¹ Название „стратификация“ имеет в настоящее время только историческое значение. Оптимальные условия создает старательная размешка семян (косточек) со стратификационным медиумом.

оптимальные поданы для отдельных и даже тех же самых видов разные температуры от -2° до 10° и 12° . Итоги, полученные благодаря холодной стратификации, обыкновенно умеренны, часто неудовлетворительны. Только часть семян прорастает после такой стратификации, большинство же задерживается от прорастания или уничтожается. Случается это очень часто во время стратификации косточек дикой черешни (*Prunus avium* L.), вид этот доставляет огородникам много хлопот.

В естественных условиях косточки видов рода *Prunus*, созревающих летом или ранней осенью, встречаются в верхних слоях почвы температуру сначала сравнительно высокую. И только через некоторое время температура почвы начинает постепенно снижаться. В районах с суровым климатом почва промерзает на короткое или более продолжительное время (рис. 24). Исходя из положения, что существует сходство между тепловыми условиями почвенной среды, господствующими в период естественной стратификации и наследственно зафиксированными тепловыми требованиями, удовлетворение которых обуславливает уступление состояния покоя семян, следует подтвердить, что повсеместно рекомендуемая исключительно холодная стратификация противоречит принятому сходству среды с приобретенными под ее влиянием наследственными чертами. Нередко отрицательный результат холодной стратификации, кажется, подтверждает это предположение.

С целью экспериментальной проверки вышеподанных предположений был спроектирован и проведен в 1956—1960 гг в Институте дендрологии и помологии ПАН в Курнике ок. Poznani ряд опытов, целью которых являлось сравнение результатов холодной стратификации с результатами тепло-холодной стратификации косточек дикой черешни и других видов, принадлежавших к роду *Prunus* L. Задачей тепловой системы тепло-холодной стратификации было отображение происходящего в природе наступления периодов с повышенной и пониженной температурами. Требования практического характера заставили отказаться от точного отображения постепенных изменений тепловых условий и применить два следующие один за другим скачкообразные периода: первый с повышенной температурой (тепловой период) и второй — с пониженной температурой (холодный период).

Тепло-холодная стратификация рекомендована была несколько лет тому назад для семян разных видов из разных семейств. В семействе *Rosaceae* рекомендуется она для некоторых видов из рода: *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Rhodotypos*, *Rosa*, *Rubus*, *Sorbus* а также для 3 видов из рода *Prunus* — для *P. padus* L., *P. pensylvanica* L., *P. pumila* var. *susquehanae* Jaeg. Во всех вышеупомянутых случаях применяется исключительно тепло-холодная стратификация с длительным от 60 до 120 дней теплым периодом в температуре 20° — 30°C . В ходе настоящей работы доказано, что для косточек видов из рода *Prunus* очень выгодной является тепло-холодная стратификация с коротким 2-недельным периодом теплой стратификации. Определение оптимальных условий тепло-холодной стратификации позволило провести опыты по изменению некоторых показателей физиологического состояния, связанных с процессом уступания состояния покоя семян.

Материал и методы

Косточки дикой черешни (*Prunus avium* L.), происходили либо из естественных местообитаний южной Польши (6 партий) и Словакии (1 партия) либо из деревьев одиноких, растущих в естественных местоположениях или культивируемых в южной и центральной Польше (10 партий). В 1959/60 гг. исследования были расширены на семена других видов из рода *Prunus* L. Этот материал

происходил исключительно из деревьев, культивируемых в Польше и заключал следующие виды: *Prunus cerasifera* var. *divaricata* Bailey (3 партии), *P. mahaleb* L. (3 партии), *P. serotina* Ehrh. (3 партии) и *P. armeniaca* L. (4 партии). Все запасы косточек хранились в мешке, некоторые однако в герметически закрытых до половины наполненных бутылках, помещенных в температуре 3°C. На всех этапах исследований определялась жизнеспособность семян методом окрашивания зародышей раствором индигокармина 1:2000 в продолжение 2 часов в температуре 20°C.

Основной целью исследований было определение разницы между эффективностью холодной и тепло-холодной стратификацией косточек дикой черешни. Кроме того определение оптимальной или оптимальных систем термических условий тепло-холодной стратификации в случае, если бы последняя преобладала над холодной стратификацией. В ходе работы следовало также разработать ряд дополнительных вопросов, которые помогли бы расширить главное направление исследований и установить его на фоне реакции семян других видов, принадлежащих к тому же роду *Prunus* L.

Объем тематики, разработанной в итоге исследований, включает следующие вопросы:

- 1) температура и продолжительность времени теплого и холодного периодов во время тепло-холодной стратификации,
- 2) эффективность тепло-холодной стратификации по сравнению с холодной стратификацией, принимая во внимание разные варианты температуры и продолжительность периода сохранения косточек перед стратификацией и температуру периода прорастания семян,
- 3) оптимальное содержание воды в целых косточках и содержащихся в них семенах во время хранения перед стратификацией,
- 4) эффективность стратификации тепло-холодной при применении следующих вариантов холодного периода: а) постоянная температура, б) переменная температура в суточном цикле, в) температура погреба, подвергающаяся постепенным изменениям,
- 5) изменения показателей физиологического состояния стратифицированных семян во время уступления состояния покоя, разработанные отдельно для зародышей и покровов семени состоящих из живой ткани эндосперма и мертвых остатков нуцеллуса и интегументов.
- 6) эффективность тепло-холодной стратификации по сравнению с холодной, примененной для косточек разных видов из рода *Prunus* L. принимая во внимание варианты стратификации холодной и холодного периода стратификации тепло-холодной, представленной в 4 пункте.

Разработка вышеупомянутых вопросов требовала проведения ряда опытов, которые для большей достоверности проводились параллельно на партиях косточек разного происхождения. Во всех опытах, за исключением связанных с тематикой 5 пункта, исследованы однородным способом следующие элементы: растрескивание косточек, прорастание семян и задерживание здоровых семян от прорастания во время стратификации; контрольные обозначения выполнялись каждые 3 недели. Во всех опытах определялась жизнеспособность исследуемых семян. Косточки стратифицированы в стеклянных банках во влажной смеси песка и огородного торфа смешанных в пропорции 1:1, поддерживаемой постоянно на должном уровне влажности и аэрации (контроль каждые 3 недели). Банки помещались в зависимости от программы исследований в термостатах или холодильниках, работающих с точностью плюс-минус 0,5°C. Во время контроля (каждые

3 недели) регистрирован процент лопнувших косточек, прорастающих семян, задерживающихся от прорастания и испорченных, причем удалялись семена прорастающие и испорченные и в случае надобности добавлялась вода к стратификационному медиуму и все вместе тщательно вымешивалось. Проросшими считались те семена, корень которых был после растрескивания косточки и пробивания покровов длиннее 3 мм. В некоторых экспериментах отдельные серии опытов проводились параллельно к предыдущим в холодном погребе, в котором постоянно контролировалось течение температуры. В опытах с циклически изменяемой температурой банки со застратифицированными косточками содержались в следующих термических условиях: 12 часов 3°C, 12 часов 8°C. Так установленный суточный тепловой цикл поддерживался во все время продолжительности холодного периода. В некоторых опытах контролировалось прорастание семян при повышенной температуре после переноски их из стратификации в ящики с песком.

В первой фазе настоящих наблюдений исследовано большое число комбинаций тепловых условий стратификаций, при которых наряду с контрольными вариантами холодной стратификации в температуре 1°, 3°, 6° и 9°C применены разные комбинации тепло-холодной стратификации. Теплый период в этих комбинациях происходил при температуре 20° и 25°C в течение 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7 недель, холодный период при температуре 1°, 3°, 6° и 9°C в течение 27 или 33 недель. Схемы тепловых условий всех опытов представлены графически (рис. 1—5 и 9—12). Опыты, проводимые как на совсем свежих, вынутых из плодов и не подсушенных еще косточках, так и на свежих, но подсушенных косточках, прежде всего на подсушенных косточках, сохраняемых в течение разных периодов времени от июля до января. Если в начальной фазе работы выполнялись опыты на относительно больших численно, но для каждой комбинации один раз представленных партиях косточек, то в 1958—60 гг. ограничено число косточек каждого варианта до 300, потом до 50 штук косточек, каждый вариант представлен в 3 или 4 повторениях (3 раза 300, 4 раза 50). Результаты опытов 1958—60 гг. были подданы статистическому анализу и представлены графически (рис. 13—18). Для соответствующих вариантов постепенной и холодной стратификации т. е. таких вариантов, в которых холодная стратификация и холодный период стратификации тепло-холодной происходил в холодных условиях и в тот же период (напр. 20°/3°C и 3°C) вычислен коэффициент эффективности. Коэффициент этот является частным

$$x = \frac{\% \text{ семян проросших в период тепло-холодной стратификации}}{\% \text{ семян проросших в период холодной стратификации.}}$$

Исследования изменений показателей физиологического состояния семян во время процесса уступления состояния покоя проводились в течение всего времени стратификации вплоть до момента прорастания. В связи с тем, что семена не достигают состояния готовности к прорастанию и никогда не прорастают равномерно, отмечены в каждом исследуемом образце и обозначены отдельно исследуемые достоинства для покровов (главным образом для эндосперма) и зародышей семян из целых, слабо и сильно растреснувших косточек, для покровов и зародышей из семян в начальной и в заавансированной фазе прорастания. Контрольные обозначения повторялись многократно. Опыты прекращались в моменте появления достаточного количества семян в процессе прорастания. Раздел семян на отдельные группы позволил определить разницу, возникающую между физиологическим состоянием семян, у которых процесс уступания состояния покоя происходит правильно, и физиологическим состоянием здоровых, но непрорастающих семян в тех самых условиях как первые. В этих опытах разработаны

изменения содержания воды и отношение сухой массы покровов (эндосперм + остатки нуцеллуса + интегументы) к сухой массе зародышей (метод сушения в 105°C), активность водных экстрактов каталазы (метод Еулера и Юсефсона) и электропроводность растворов, полученных благодаря экзоосмосу электролитов, проникающих из тканей зародышей и эндосперма в дистиллированную воду. И в этих опытах каждый вариант был продлан 4 раза (4 раза 30) и результаты представлены графически (рис. 19—23).

Результаты

А. Стратификация косточек дикой черешни (*Prunus avium* L.)

1. Оптимальные условия тепло-холодной стратификации косточек дикой черешни заключались в пределах: 1—2 недели теплой стратификации при температуре 20°C + стратификация холодная в температуре 1° — 3°C . Из этого предела для подробных исследований выбрана следующая система: 2 недели теплой стратификации при температуре 20°C + холодная стратификация при температуре 3°C .

2. Тепло-холодная стратификация гарантировала по сравнению с холодной стратификацией, проведенной в тех же термических условиях, что и холодный период тепло-холодной стратификации, многократное увеличение процента прорастающих семян. Эффективность этого метода была тем выше, чем меньший процент семян из данной партии прорастал во время исключительно холодной стратификации.

3. Преимущество тепло-холодной стратификации над холодной проявлялось не только в случае семян совершенно свежих, семян подсушенных после сбора плодов, но и в случае семян хранимых до зимы в подсушенном состоянии, в мешке и в плотно закрытых наполненных до половины баллонах, помещенных в температуру 3°C .

4. Продление теплого периода тепло-холодной стратификации свыше 3 недель и повышение температуры этого периода с 20° на 25°C способствовало обнижению жизнеспособности стратифицированных семян.

5. Повышение температуры холодной стратификации от 1° или 3°C до 6° или 9°C способствовало растрескиванию косточек, но одновременно вызывало радикальное снижение процента прорастающих семян. Это констатирование относится как к холодной, так и к тепло-холодной стратификации.

6. Тепло-холодная стратификация кроме повышения процента прорастающих семян в сравнении с холодной дает следующие преимущества:

- а) сохранение без изменений первоначальной жизнеспособности семян (в случае холодной стратификации констатировано значительное снижение жизнеспособности семян),
- б) многократное снижение процента семян задерживающихся от прорастания.

7. Оптимальная температура прорастания стратифицированных семян дикой черешни находится в пределе холодной температуры (1° — 13°C), а не так, как до сих пор полагали в пределе высших температур чем 16°C .

8. Посев косточек в грунт следует провести после тепло-холодной стратификации в период, в котором количество лопнувших косточек в стратифицированной партии перестает увеличиваться (12—15 неделя холодного периода) и одновременно появляются первые прорастающие семена. Температура почвы на участке земли на глубине посева или температура песка в ящике должна наиболее приближаться к 3°C и не выше 13°C в течение 6 следующих недель.

9. Посев стратифицированных косточек в грунт в описанной в 10 пункте фазе уступания состояния покоя следует сделать возможно раньше, чтобы по-

сеянные семена могли встретить в почве период пониженной температуры, которая способствует уступлению состояния покоя. Это имеет огромное значение для тех семян, которые в момент посева находятся еще в состоянии покоя.

10. После посева лучше всего прорастали такие семена, стратификация которых началась 100—120 дней перед датой посева. В этот период входит 14 дней теплой стратификации и 86—106 дней холодной стратификации.

11. Процесс уступания состояния покоя происходил во время тепло-холодной стратификации также хорошо в температуре холодного периода 3°C, как и в температуре переменной 3°—8°C или в холодном погребе, в котором температура колебалась от -2° до 6°C. Условием получения хороших результатов является применение краткосрочной теплой стратификации перед холодной.

В. Показатели физиологического состояния семян во время стратификации косточек дикой черешни (*Prunus avium* L.)

1. Исследования термических условий стратификации косточек дикой черешни дополнены опытами определения физиологического состояния стратифицированных семян в разных фазах процесса уступления состояния покоя. У семян, у которых процесс уступления состояния покоя происходит в оптимальных условиях тепло-холодной стратификации, исследованы следующие показатели:

- а) влажность целых косточек, семян и скорлуп косточек,
- б) отношение сухой массы семенных покровов (эндосперм + остатки нуцеллуса + интегументы) к сухой массе зародыша,
- в) электропроводность раствора, полученного благодаря проникновению электролитов из зародышей и покровов в дистиллированную воду,
- г) активность каталазы зародышей и семенных покровов (эндосперма). Во время этих исследований материал делился на следующие группы: задерживающиеся от прорастания семена из нелопнувших косточек, семена из слабо лопнувших и сильно лопнувших косточек, семена в начальной и в заавансированной фазе прорастания. Констатируется, что тканки семян задерживающихся от прорастания проявили низкую ступень физиологической активности при применении любого из этих показателей.

2. а) Косточки дикой черешни без вреда для их сохраняемости и способности прорастания можно подсушить после получения из плодов до 9,3—11,0% влажности (содержание воды в свежей массе), семена содержат тогда 5,7—8,1% воды. Некоторые авторы рекомендуют подсушить косточки до 15—24% влажности, если косточки будут храниться свободно в мешке,

б) во время тепло-холодной стратификации наступало в теплом периоде быстрое восстановление отношений влажности, которые были в свежих неподсушенных еще косточках. В течение первых 8 недель холодного периода не отмечалось никаких более серьезных изменений, однако в дальнейшем по мере приближения к фазе прорастания влажность семян и вслед за ней влажность целых косточек быстро увеличивалась,

в) Задерживающиеся от прорастания семена сохраняли без изменений приобретенную влажность начального периода разбухания,

г) влажность целых косточек и семян подвергалась изменениям одновременно с выступлением внешних симптомов уступания состояния покоя. Можно признать ее как хорошего показателя актуального физиологического состояния стратифицированных семян (рис. 20).

3. а) Отношение сухой массы семенных покровов (эндосперм + остатки нуцеллуса + интегументы) к сухой массе зародышей подвергается изменениям

лишь только в начальной фазе прорастания; в этот период наступает быстро убыль сухой массы семенного покрова и увеличение сухой массы зародышей (рис. 21),

б) задерживающихся от прорастания семян изменения вышеупомянутого отношения сухой массы во время стратификации не отмечалось.

4. а) Кривая электропроводности растворов, полученных в разных фазах уступания состояния покоя благодаря экзоосмосу электролитов из тканей в дистиллированную воду иначе развивалась для зародышей и семенных покровов. Кривая проводимости для зародышей показала по мере уступания состояния покоя быстрый рост. Кривая для семенных покровов сразу после начального увеличения переставала подниматься от фазы сильного лопания косточек (рис. 22).

б) электропроводимость растворов для зародышей и семенных покровов задерживающихся от прорастания семян не подвергается во время стратификации большим изменениям.

5. а) Активность каталазы зародышей и эндосперма формировалась во время уступления состояния покоя различно: активность каталазы зародышей увеличивалась все больше, активность каталазы эндосперма достигла свою максимальную величину в фазе сильного трескания косточек и с того момента опускалась до нуля (рис. 23),

б) в задерживающихся от прорастания семенах активность каталазы зародышей не проявляла в течение стратификации больших изменений. Активность каталазы эндосперма поднималась в фазе лопания косточек, однако не опускалась в фазе прорастания семян.

В. Стратификация косточек некоторых видов из рода *Prunus* L.

1. Метод тепло-холодной стратификации с двухнедельным теплым периодом при температуре 20°C и последующая за ним холодная стратификация при температуре 3°C обеспечили высший процент прорастающих семян, чем холодная стратификация, также и в отношении к другим видам из рода *Prunus*: *P. cerasifera* var. *divaricata* Bailey, *P. mahaleb* L. et *P. serotina* Ehrh. (рис. 15—17).

2. Для семян абрикосов вполне достаточна холодная стратификация при температуре 3°C, в переменной температуре в границах 3°—8°C или в холодном погребе. Тепло-холодная стратификация увеличивала процент прорастающих семян в тех случаях, в которых после одновременной холодной стратификации оставался еще определенный резерв в виде задерживающихся от прорастания семян (рис. 18).

3. Прорастание семян вышеупомянутых видов начинается через 9—12 недель холодного периода тепло-холодной стратификации, т.е. через 11—14 недель от начала стратификации вообще.

4. Без вреда для жизнеспособности и всхожести семян можно косточки подсушить после получения их из плодов и хранить перед стратификацией при следующем уровне влажности: *Prunus mahaleb* 8,1—8,3%, *P. cerasifera* var. *divaricata* 7,4—8,1%, *P. serotina* 7,2—8,1%, *P. armeniaca* 6,0—6,4%.

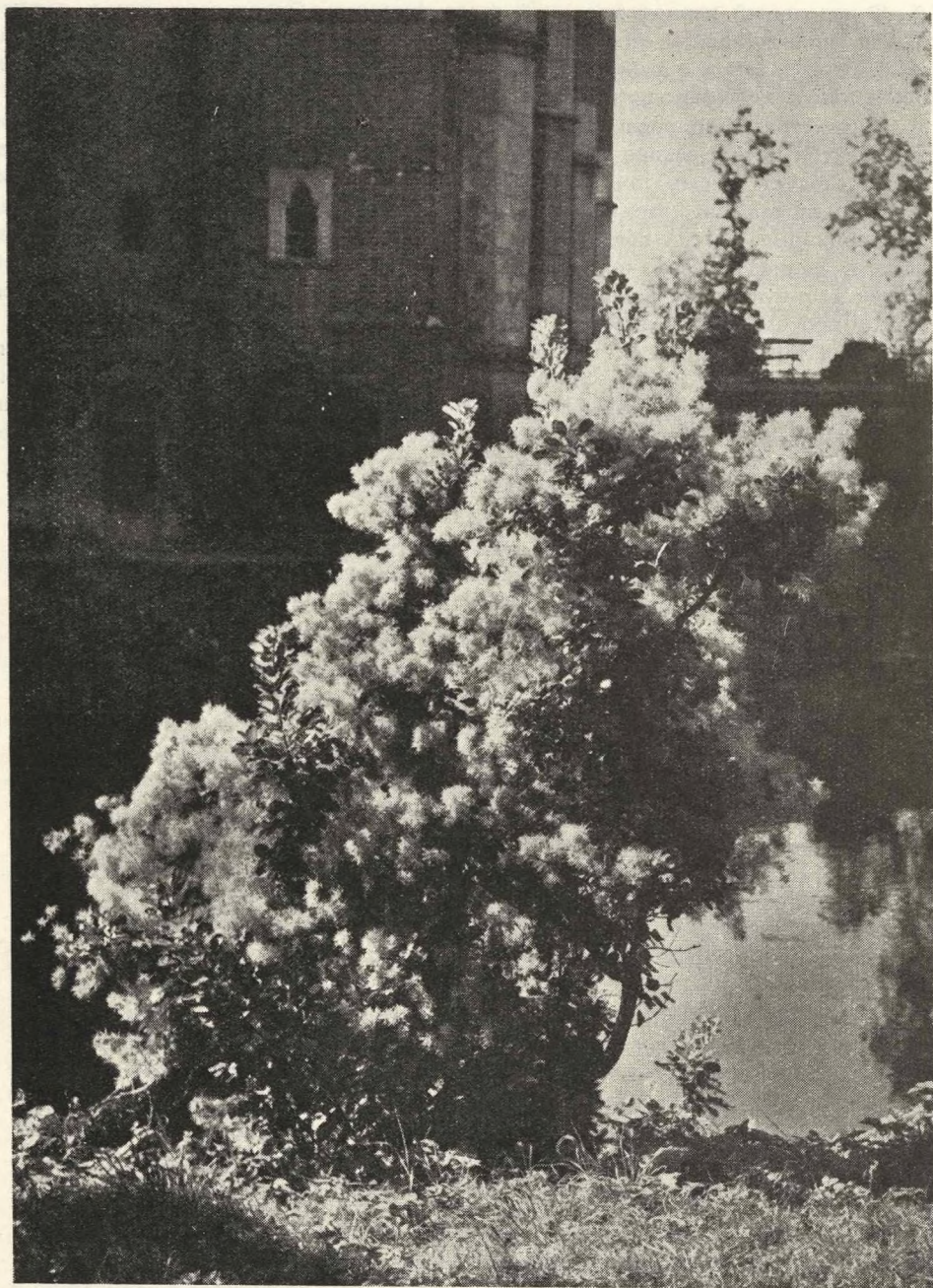
Г. Указания для практики в питомнике

Рекомендуемый в учебниках метод стратификации косточек дикой черешни в постоянной температуре в границах 3°—6°C дает в большинстве случаев плохие результаты. Представленный в настоящей публикации метод тепло-холодной стратификации разрешает в несколько до нескольких десятков раз повысить процент прорастающих семян. Этот метод состоит в том, что употребляется

2-недельный период теплой стратификации при температуре 20°C и после этого 12—15-недельный период холодной стратификации. Определено, что холодный период тепло-холодной стратификации может пробегать как в постоянной температуре 3°C, так и в переменной температуре в границах 3°—8°C в суточном цикле или в холодном погребе.

Посев стратифицированных косточек в грунт должен наступать при низкой температуре почвы вскоре после оттаивания. Стратификацию косточек дикой черешни следует начать примерно 100—120 дней перед запланированной датой посева, включая в это вместе теплый (14 дней) и холодный (86—106 дней) период стратификации. Самый высокий процент прорастающих семян получаем тогда, когда в период посева количество лопнувших семян в стратифицированной партии достигло своей наивысшей степени и одновременно начали появляться первые прорастающие семена.

Метод тепло-холодной стратификации оказался лучше холодной стратификации для косточек алычи, антипки и поздней черемухи. Для косточек абрикосов, семена которых прорастают в высоком проценте после стратификации исключительно холодной, метод тепло-холодной стратификации обеспечивает тоже хорошие результаты.



Fot. K. Jakusz

Cotinus coggygria var. *purpureus* Rehd.