

ROZDZIAŁ 6

ROZMNAŻANIE

6.1. Kwitnienie i obradanie szyszek (*Władysław Chałupka*)

6.1.1. Faza juvenilna i dojrzałość generatywna

Drzewa we wczesnej młodości różnią się od dojrzałych osobników tego samego gatunku wieloma cechami. Przykładowo można tutaj wymienić pokrój, układ liści na pędzie (filotaksja), budowę anatomiczną różnych organów, przebieg rocznego cyklu życiowego i tym podobne (KRAMER i KOZŁOWSKI 1979). Wymienione wyżej cechy morfologiczne czy strukturalne zmieniają się stopniowo i niezależnie od siebie, przez co utrudniają praktyczne rozpoznanie zmiany fazy, czyli osiągnięcia dojrzałości (CHAŁUPKA i CECICH 1997). Stąd też powszechnie przyjętą cechą określającą stadium młodocianości u drzew jest brak kwitnienia, a zawiązanie pierwszych kwiatów jest uważane za osiągnięcie przez danego osobnika dojrzałości generatywnej (WAREING 1959; GIERTYCH 1976b; POETHIG 1990; patrz także rozdz. 9.2).

Wiele danych wskazuje na to, iż przejście z okresu młodocianego w fazę dojrzałości generatywnej związane jest z procesami wzrostowymi i osiągnięciem przez drzewa pewnej minimalnej wysokości (CHAŁUPKA i CECICH 1997). Przyjmując takie założenie DORMLING i wsp. (1968) zaproponowali dla świerka pospolitego dwie możliwości skrócenia fazy juvenilnej w warunkach kontrolowanych:

1 – jeśli czynnikiem decydującym jest pewna, określona liczba cykli wzrostowych, to można by kontrolować zakończenie fazy młodocianej poprzez

skrócenie pojedynczego cyklu wzrostowego i przyspieszenie w ten sposób osiągnięcia dojrzałości;

2 – jeśli zaś czynnikiem decydującym jest ogólna wielkość drzewa, to można próbować osiągnąć cel poprzez ustalenie optymalnych warunków kontrolowanego cyklu wzrostowego zapewniających maksymalny przyrost.

HACKETT (1985) doszedł do podobnego wniosku sugerując, iż najlepszym sposobem skrócenia fazy juvenilnej jest przyspieszenie procesów wzrostowych w celu osiągnięcia właściwej dla gatunku lub genotypu wysokości, a następnie zastosowanie odpowiedniego zabiegu stymulującego kwitnienie. Taki sposób przyspieszania dojrzałości generatywnej został praktycznie sprawdzony na przykładzie sosny Banksa (BOLSTAD i wsp. 1992; CECICH i wsp. 1994).

W naturalnych warunkach okres młodociany trwa u świerka pospolitego przeciętnie 20–25 lat (WAREING 1959), chociaż najwcześniejsze kwitnienie u drzew tego gatunku w postaci pojedynczych kwiatów żeńskich notowano już w wieku 9–10 lat (WINIARSKI 1886; STARČENKO 1964; CHAŁUPKA 1972). W osiąganiu wieku pierwszego kwitnienia u świerka, obok zróżnicowania osobniczego istnieje także znaczne zróżnicowanie między proveniencjami, co wskazuje na genetyczne podłoże terminu tak zwanej zmiany fazy, czyli zakończenia okresu młodocianego i wejścia w fazę dojrzałości generatywnej (SABOR – dane npbl.).

Obfitsze kwitnienie, połączone z obradaniem nasion w ilościach nadających się

do zbioru, następuje nieco później. W Bośni drzewa rosnące pojedynczo i dobrze nasłonecznione osiągają tę fazę średnio w wieku 25 lat, na skraju drzewostanu w wieku 25–30 lat, a w głębi drzewostanu w wieku powyżej 35 lat (PANOV 1950). W Polsce pojedyncze drzewa na otwartej przestrzeni rozpoczynają kwitnienie między 30 a 40 rokiem życia, zaś drzewa w drzewostanie w wieku około 60 lat (TOMANEK 1966). W fazie dojrzałości generatywnej ilość obradzanych przez drzewa szyszek ulega stopniowemu zwiększeniu, osiągając maksimum (w warunkach Puszczy Białowieskiej) w wieku 110–120 lat (CHAŁUPKA 1972).

W miarę starzenia się drzew następuje zmniejszanie produkcji szyszek. Zjawisko to obserwowano w Szwecji w zakresie wieku od 110 do 250 lat (HAGNER 1955), a w Rosji powyżej 220 lat (USKOV 1962).

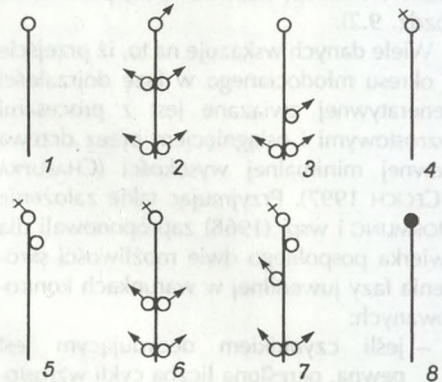
6.1.2. Rozmieszczenie kwiatów w koronach drzew

U pojedynczo rosnących drzew świerka pospolitego kwiaty żeńskie pokrywają zewnętrzną część korony, schodząc do najniższych gałęzi, co jest szczególnie widoczne w latach obfitego urodzaju szyszek (KOZUBOV 1974). Większość kwiatów żeńskich występuje jednak w górnej połowie korony od strony południowej (HAGNER 1955), natomiast kwiaty męskie w dolnej jej części (LONGMAN 1989). Umieszczenie większości kwiatów żeńskich na południowej stronie korony wiąże się najprawdopodobniej z silniejszym nagrzaniem pąków w tej części korony (PUKACKI 1980).

Korony świerków rosnących w zwarciu wykazują większe zróżnicowanie, gdy chodzi o rozmieszczenie kwiatów. Można wyróżnić w nich trzy strefy: górną, w której występują w przewadze kwiaty żeńskie, środkową, w której udział kwiatów żeńskich i męskich jest podobny oraz dolną, która jest miejscem występowania przede wszystkim kwiatów męskich. W strefie górnej znajduje się około 60% ogółu kwiatów

żeńskich i 43% kwiatów męskich, w strefie środkowej odpowiednio: 31% i 39%, a w strefie dolnej – 9% i 18% (ELIASON i CARLSON 1968). Obserwacje rozmieszczenia kwiatów w koronach różnowiekowych osobników świerka wykazały, że wraz ze starzeniem się drzew wydłuża się strefa występowania kwiatów żeńskich, a największa ich liczba (ok. połowy wszystkich kwiatów żeńskich), występuje na okółkach od szóstego do dziesiątego, licząc od wierzchołka (BARABIN 1968a).

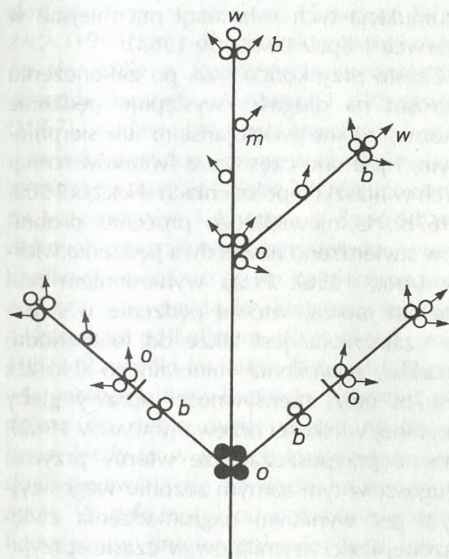
Rozmieszczenie kwiatów w koronach świerków wiąże się z fizjologicznym zróżnicowaniem pędów. ANIKEEVA i MININA (1959) wyróżniły osiem typów pędów, w zależności od formowanych na nich pąków (ryc. 6.1). Stosunek liczby pędów z kwiatami żeńskimi do liczby pędów z kwiatami męskimi wynosił w górnej strefie korony jak 1:0,8, w środkowej – 1:1,5, a w dolnej – 1:5,6. W dwóch trzecich korony (strefa dolna i środkowa) zaznacza się więc wyraźna przewaga pędów z kwiatami męskimi, natomiast w pozostałej części korony (strefa górna) oba rodzaje pędów występują mniej więcej w tych samych ilościach. Taka strefowość korony pozostaje w wyraźnym związku z liczbą pędów wyższych i niższych rzędów w wydzielonych strefach, bowiem kwiaty żeńskie zawiązują się przeważnie na pędach drugiego, a czasem trzeciego rzędu,



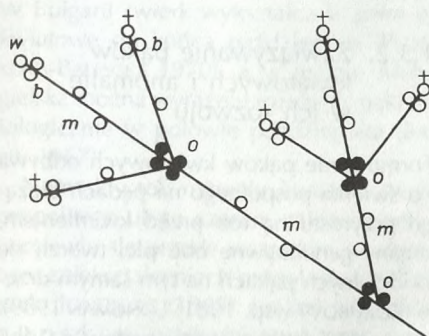
Ryc. 6.1. Typy pędów u świerka pospolitego (wg ANIKEEVEJ i MININEJ 1959)

natomiast kwiaty męskie na pędach trzeciego i czwartego rzędu, odznaczających się obniżoną energią wzrostu (MININA 1960; ŠKUTKO 1970).

Umieszczenie pąków kwiatowych na gałęzi, pozostające w ścisłym związku z zagadnieniem omawianym poprzednio, było badane przez TIRENA (1935). Ustalił on, że



Ryc. 6.2. Rozmieszczenie męskich pąków kwiatowych na gałęzi świerka pospolitego (wg TIRENA 1935): w – pąki szczytowe, b – boczne, m – międzyokółkowe, o – okółkowe



Ryc. 6.3. Rozmieszczenie żeńskich pąków kwiatowych na gałęzi świerka pospolitego (wg TIRENA 1935). Objaśnienia jak do ryc. 6.2.

kwiaty męskie mogą zawiązywać się w pąkach szczytowych, bocznych, międzyokółkowych i okółkowych (ryc. 6.2), natomiast kwiaty żeńskie z reguły zawiązują się tylko w pąkach szczytowych (ryc. 6.3).

6.1.3. Cykl rozmnażania generatywnego

Na rycinie 6.4 przedstawiono schemat cyklu generatywnego świerka pospolitego. Przy opracowaniu tego schematu posłużono się danymi fenologicznymi ze źródeł polskich, białoruskich, szwedzkich, fińskich i rosyjskich. Poniżej omówiono kolejne fazy tego cyklu.

6.1.3.1. Wzrost wegetatywny w sezonie wegetacyjnym

Fenologowie wyróżniają dwie formy świerka pospolitego: wczesną i późną. KAIRIUKŠTIS (1962) podaje, że na Litwie forma wczesna rozpoczyna wzrost na wysokość około połowy maja, na tydzień przed formą późną. JURKEVIČ i GOŁOD (1966) identyfikują obie formy fenologiczne z formami botanicznymi uważając, iż wczesne rozpoczynanie wzrostu jest charakterystyczne dla *P. abies* f. *erythrocarpa*, a późniejsze – dla *P. abies* f. *chlorocarpa*. SÄTLER (1952) i DENGLER (1955) stwierdzili natomiast, że między barwą szyszek a tempem rozwoju pędów nie ma żadnego wyraźnego związku.

Rozchylenie się łusek pąków liściowych uważane jest za początek wzrostu pędów na długość, który zaczyna się niejednakowo w różnych położeniach geograficznych i warunkach klimatycznych. Świerk pospolity w Rumunii na wysokości 1000 m n.p.m. rozpoczyna wzrost przeciętnie w trzeciej dekadzie maja. Niżej, na wysokości 500–600 m n.p.m., początek wzrostu ma miejsce w pierwszych dniach maja (TOMESCU 1957; TOMESCU i wsp. 1967). W Polsce początek pędzenia można ustalić przeciętnie na koniec kwietnia i pierwszą dekadę maja (GIERTYCH 1972), a w południowej Finlandii na

(JURKEVIČ i GOŁOD 1966), natomiast w Bułgarii świerk formuje pąki w okresie od końca maja do końca czerwca (PŁOŠČAKOVA-BALEVSKA 1970).

Bardzo interesujące zagadnienie różnicowania się pąków na liściowe i kwiatowe oraz zagadnienie czynników decydujących o różnicowaniu się pąków kwiatowych na męskie i żeńskie nie znalazły, jak dotąd, dostatecznego wyjaśnienia. Zdaniem DÉBAZACA (1965) przyszły charakter pąków wiąże się ściśle z żywotnością merystemów wierzchołkowych. VARNELL i ROMBERGER (1967) sądzą, że przeznaczenie pąka u świerka decyduje się nie w czasie inicjacji zawiązków, lecz w trakcie ich różnicowania na wegetatywne i kwiatowe. Spośród podobnych początkowo merystemów wierzchołkowych różnicują się najpierw w końcu czerwca zawiązki kwiatów męskich o kształcie półkulistym (KOZUBOV i wsp. 1981). Zawiązki kwiatów żeńskich i liściowe, paraboliczne w kształcie, pozostają podobne do siebie mniej więcej do końca lipca, kiedy to w pąkach kwiatowych żeńskich pojawiają się zawiązki łusek nasennych. W zależności od położenia geograficznego, w drugiej połowie lipca lub w ciągu sierpnia można rozpoznać pąki kwiatowe pod mikroskopem (TIREN 1935; KOZUBOV i wsp. 1981). Po zróżnicowaniu pąków kwiatowych na męskie i żeńskie zaczynają się w nich rozwijać organy generatywne – pręciki oraz łuski okrywowe i nasienne. W Bułgarii świerk wykształca w pełni pąki kwiatowe do końca października (PŁOŠČAKOVA-BALEVSKA 1970), a w rejonie Archańskiej można wyraźnie rozróżnić pąki morfologicznie w połowie października (BARABIN 1967).

Normalny tok rozwoju kwiatów świerka pospolitego ulega czasem zakłóceniom, co przejawia się przede wszystkim w różnego typu zniekształceniach morfologicznych szyszek. JONEBORG (1945) znalazł kilka drzew z szyszkami przerośniętymi przez pędy, a LEANDERSON (1970) oraz KOZIOŁ i KRUPSKI (1994) donoszą o osobnikach obradających rozwidlone szyszki (ryc. 6.5).



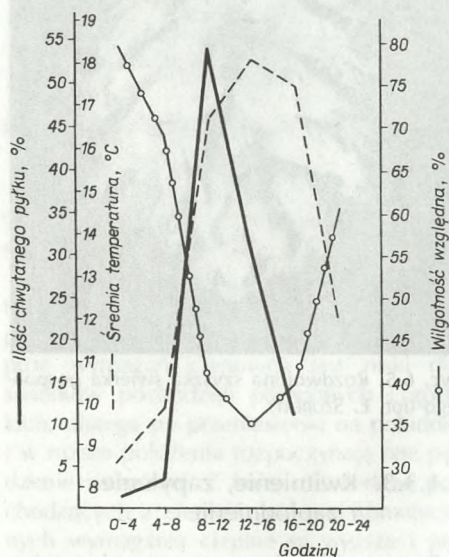
Ryc. 6.5. Rozdwójona szyszka świerka pospolitego (fot. E. SZUBERT)

6.1.3.3. Kwitnienie, zapylenie i zapłodnienie

Po spoczynku zimowym następuje rozchyłanie się łusek okrywowych pąków kwiatowych świerka, co jest wstępną fazą kwitnienia (JURKEVIČ i GOŁOD 1966). Poprzedzona jest ona podziałem redukcyjnym w komórkach macierzystych ziaren pyłku, a poszczególne fazy mejozy występują w różnym czasie w kolejnych latach, zawsze jednak po nagromadzeniu pewnego, stałego procentu rocznej sumy temperatur, liczonej od wartości progowej $+5^{\circ}\text{C}$ (SARVAS 1972). Uformowane ziarna pyłku, gotowe do wysypiania z woreczków pyłkowych, osiągają przeciętną długość 112 mikronów (KOZUBOV 1974).

W Polsce świerk pospolity kwitnie na przełomie kwietnia i maja, na dwa tygodnie przed sosną (TYSZKIEWICZ 1949). Na Białorusi rozchyłanie łusek pąkowych następuje w pierwszej dekadzie maja, a w kilka dni

późnej zaczyna się pylenie (JURKEVIČ i GOLOD 1966). W południowej Finlandii świerk rozpoczyna pylenie przeciętnie około 26 maja, a wysypywanie pyłku trwa tam mniej więcej dwa tygodnie (SARVAS 1957). Rycina 6.6, sporządzona na podstawie danych SARVASA (1955), ilustruje przebieg pylenia świerka w ciągu doby. Maksimum wysypywania pyłku występuje w godzinach przedpołudniowych, a po południu pylenie słabnie, by ustać zupełnie w nocy.



Ryc. 6.6. Dobowy przebieg pylenia świerka pospolitego w Finlandii (wg SARVASA 1955)

U świerka pospolitego, zarówno u osobników pochodzących z nasion, jak i u szczepów, występuje zjawisko metandrii (początek pylenia następuje później niż rozchylenie łusek kwiatów żeńskich tego samego osobnika), jednak zdarza się, iż gotowość kwiatów żeńskich do zapylenia przedłuża się i obejmuje częściowo okres pylenia (SARVAS 1968; ERIKSSON wsp. 1973). Badania ANDERSSONA (1965) wykazały, iż na dalekiej północy Szwecji (rejon Kiruny), u około 80% drzew kwiaty żeńskie były zdolne do zapylenia dzień przed rozpoczęciem pylenia, u 18% oba wymienione zjawiska wystąpiły jednocześnie, a u 2% drzew pylenie po-

przedziło o jeden dzień osiągnięcie zdolności do zapylenia przez kwiaty żeńskie.

Dobowy i sezonowy przebieg pylenia związany jest ściśle z rozkładem temperatury i wilgotności powietrza (ryc. 6.6); również silne wiatry mogą przyspieszyć uwalnianie pyłku, a deszcz może przerwać pylenie na pewien czas. Rozpoczęcie pylenia uzależnione jest ponadto od położenia geograficznego i wysokości nad poziom morza. W miarę przesuwania się z południa na północ opóźnienie w zakwitaniu wynosi średnio dwa dni na jeden stopień szerokości geograficznej (JURKEVIČ i GOLOD 1966), a różnica wysokości 1100 m jest w Bułgarii przyczyną pięciotygodniowej różnicy w terminie rozpoczęcia kwitnienia (VELKOV i wsp. 1967).

Po wysypaniu się z dojrzałych woreczków pyłkowych, ziarna pyłku przenoszone są przez wiatr na kwiaty żeńskie, gdzie gromadzą się u nasady łusek nasiennych. Liczba ziaren pyłku, gromadzących się w pojedynczym zalążku może przekroczyć sto. Dzięki tak zwanemu mechanizmowi kropelkowemu, nieliczne ziarna pyłku są następnie przenoszone do komory pyłkowej, która mieści przeciętnie 5,1 ziaren (SARVAS 1968). Cały ten proces odbywa się nocą, a jego przebieg zakłócają często nocne przymrozki. W roku 1956 w Finlandii, kiedy w porze pylenia wystąpiły takie przymrozki, obserwowano znaczne ilości ziaren pyłku u wejścia do mikropyle, podczas gdy komory pyłkowe były zupełnie puste (SARVAS 1968). Bezpośrednio po dotarciu do komory pyłkowej ziarna pyłku kielkują i rozpoczynają się wydłużanie łagiewki pyłkowej (CHRISTIANSEN 1972), a po 3–4 tygodniach dochodzi do zapłodnienia (MIYAKE 1903; HÅKÅNSSON 1956; KOZUBOV 1974).

6.1.3.4. Naturalna obrona przed chowem wsobnym

Świerk pospolity posiada pewne naturalne mechanizmy, zmniejszające możliwość samozapylenia i chowu wsobnego, działające w czasie pylenia i rozwoju zarodków. Ustalono, że skuteczność wspomnianej wy-

żej metandrii jako mechanizmu obronnego jest ograniczona, gdyż na tych samych drzewach zdolność kwiatów żeńskich do zapylenia może przedłużyć się i nałożyć na okres pylenia (SARVAS 1968). W pewnym stopniu metandria wspomagana jest przez ograniczoną pojemność komory pyłkowej, bowiem spośród licznych ziaren pyłku, gromadzących się u nasady łuski nasiennej, w zapłodnieniu biorą udział tylko nieliczne, przedostające się w pierwszej kolejności do komory. Tym samym, obok pewnego zmniejszenia możliwości samozapłodnienia, ograniczona pojemność komory pyłkowej powoduje także ważne konsekwencje genetyczne, faworyzując drzewa wcześniej pylące (SARVAS 1968).

Badania zarodków uformowanych w wyniku wolnego zapylenia i kontrolowanego samozapłodnienia wykazały, że ich śmiertelność była znacznie wyższa w przypadku samozapłodnienia (KOSKI 1971). Jest to prawdopodobnie wynikiem tak zwanych genów letalnych, które powodują bądź niedorozwój, bądź zamieranie już uformowanych zarodków. Zdaniem SARVASA (1968) niedorozwój zarodków doprowadza do wyeliminowania przeważającej liczby (85%) zygot powstałych w wyniku samozapłodnienia. Zjawisko to występuje najczęściej we wczesnych stadiach rozwoju zygot, od syngamii (połączenia gamety męskiej i żeńskiej) do drugiego podziału.

Opisane wyżej mechanizmy obronne mogą się okazać mało skuteczne w przypadku słabego zapylenia. Prawdopodobieństwo samozapłodnienia jest wtedy bardzo wysokie, a genetyczna jakość powstałych nasion niska. Zbieranie nasion świerka pospolitego powinno więc być dokonywane tylko w latach obfitego urodzaju (SARVAS 1968).

6.1.3.5. Różnicowanie się zarodków, dojrzewanie i wypadanie nasion

Po zapłodnieniu rozpoczyna się tworzenie zarodka (embriogeneza), w którym pojawiają się najpierw liścienie, a mniej wię-

cej w tydzień później pąk wierzchołkowy. Zainicjowane zostaje także formowanie korzonka zarodkowego, pojawiają się wiązki przewodzące w hipokotylu i stopniowo wzrasta ilość substancji zapasowych. W końcu sierpnia zarodek jest już ostatecznie uformowany (HÄKÄNSSON 1956).

Zależnie od położenia geograficznego dojrzewanie nasion u świerka pospolitego kończy się we wrześniu w Szwecji (HÄKÄNSSON 1956), a w październiku w Polsce (TYSZKIEWICZ 1949) i na Białorusi (JURKEVIČ i GOŁOD 1966). Dojrzałe nasiona zaczynają z reguły samoczynnie wypadać z szyszek dopiero w drugiej połowie zimy. MESSER (1956) podaje, że szyszki otwierają się po obniżeniu ich wilgotności do 18%. Zdaniem SOKOŁOWSKIEGO (1921) część nasion wypada jesienią, wkrótce po osiągnięciu dojrzałości, co potwierdzają również obserwacje z południowej Norwegii (OPSAHL 1951). Pora, w której wypadają nasiona najlepszej jakości zmienia się z roku na rok. Najczęściej dzieje się to u świerka pospolitego zimą, w okresie najintensywniejszego wypadania, choć może to mieć również miejsce już we wrześniu (SKOKLEFALD 1966).

6.1.3.6. Okresowość powtarzania cyklu generatywnego

U świerka pospolitego istnieje swego rodzaju samoregulacja okresowości kwitnienia i obradzania nasion. Obfite kwitnienie poważnie redukuje liczbę pąków liściowych w koronie, ograniczając tym samym możliwość zawiązania większej liczby pąków kwiatowych w następnym roku z powodu zmniejszenia liczby pędów (TIREN 1935). Rosnące i dojrzewające w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego szyszki i nasiona świerka zużywają znaczne ilości asymilatów (ZYKOV 1967; CHAŁUPKA i wsp. 1975b), dlatego w roku kwitnienia, na pędach z szyszkami nie tworzą się z reguły odgałęzienia boczne (GORČAKOVSKIJ 1958). Zestawienie danych o urodzaju szyszek świerka pospolitego na obszarze jego zasięgu potwierdza powyższe wnioski wykazując, że obfite urodzaje

szyszek na ogół nie występują w dwóch kolejnych latach (CHAŁUPKA i GIERTYCH 1973).

Analiza wpływu niektórych czynników klimatycznych na urodzaj szyszek wykazała, że wystąpienie obfitego urodzaju szyszek poprzedzone jest specyficznym układem tych czynników w dwóch poprzedzających kwitnienie sezonach wegetacyjnych. Spełnienie tych koniecznych warunków jest, jak się wydaje, głównym powodem nieregularności w występowaniu lat urodzajnych u świerka pospolitego (CHAŁUPKA 1975b).

Odstęp czasu między kolejnymi dobrymi urodzajami szyszek waha się u świerka w pewnych, zależnych od położenia geograficznego granicach. W Polsce, na Białorusi i w północno-wschodniej Rosji przeciętna okresowość obradzenia wynosi 3–5 lat (USKOV 1962; TOMANEK 1966; MOLČANOV 1967). Urodzaje szczególnie obfite występują jednak rzadziej: w Finlandii zdarzają się co 12–13 lat (SARVAS 1957), a w Szwecji co 11–12 lat (HAGNER 1965b). Lata urodzajne zdarzają się najczęściej w środkowych rejonach zasięgu, a w miarę posuwania się ku granicom obszaru występowania częstotliwość obradzenia maleje (CHAŁUPKA i GIERTYCH 1973).

6.1.4. Naturalne przyczyny zmienności kwitnienia

6.1.4.1. Zmienność osobnicza

Poszczególne osobniki w drzewostanie różnią się znacznie intensywnością obradzenia szyszek. Niektóre drzewa (jest ich ok. 25%), obradzają szyszki często i obficie, inne zaś – nawet w latach urodzajnych – wytwarzają znikomą ich liczbę (ELIASON i CARLSON 1968). Drzewa należące do pierwszej grupy decydują w głównej mierze o ogólnej wielkości urodzaju szyszek.

Wyraźne różnice w obfitości kwitnienia obserwuje się również na plantacjach nasiennych świerka pospolitego między indywidualnymi szczepami (patrz podrozdział 6.1.6.).

6.1.4.2. Czynniki klimatyczne

Mówiąc o wpływie czynników klimatycznych na rozwój generatywny świerka pospolitego trzeba wyodrębnić dwa okresy ich oddziaływania: zawiązywanie pąków kwiatowych i kwitnienie, przy czym decydująca jest tutaj pierwsza z wymienionych faz cyklu generatywnego. W badaniach tego problemu wielu autorów przypisuje szczególną rolę temperaturze powietrza. TIREN (1935) twierdzi, że wysoka temperatura okresu czerwiec–sierpień w roku zawiązywania pąków kwiatowych jest dodatnio skorelowana z plonem szyszek w roku następnym, przy czym szczególnie ważna jest temperatura lipca. Istotny wpływ temperatury czerwca lub przełomu czerwca i lipca na zawiązywanie pąków kwiatowych u świerka pospolitego wykazali także EKLUND (1957), BRØNDBO (1970), CHAŁUPKA (1975b), LINDGREN i wsp. (1977) oraz ILSTED i ERIKSSON (1982). BASTIDE i VREDENBURCH (1970) uważają ponadto, iż w warunkach klimatycznych Holandii również pogoda września wpływa na urodzaj szyszek w następnym roku.

Ważnym czynnikiem klimatycznym w procesie zawiązywania kwiatów u świerka pospolitego jest usłonecznienie (ZVIEDRE 1970; CHAŁUPKA 1975b). Ustalono, że obfity urodzaj szyszek występował wtedy, gdy w czerwcu roku poprzedzającego kwitnienie przeciętne dzienne usłonecznienie wynosiło minimum 9 godzin (CHAŁUPKA 1975b). Usłonecznienie w ciągu czerwca i temperatura na przełomie czerwca i lipca są ze sobą dodatnio skorelowane, aczkolwiek w statystycznym porównaniu temperatura okazała się czynnikiem ważniejszym (CHAŁUPKA 1975b). Z drugiej jednak strony trzeba nadmienić, iż oddziaływanie usłonecznienia na proces zawiązywania kwiatów wyprzedza w czasie oddziaływanie czynnika termicznego, co sugeruje pierwotną rolę światła w indukcji procesów formowania zawiązków kwiatowych.

Stwierdzono także, iż niedostatek opadów w okresie lata sprzyja dobremu urodzajowi szyszek rok później (TIREN 1935; TYSZKIEWICZ 1949; MOLČANOV 1961). Oprócz pogody w

roku zawiązywania pąków kwiatowych, urodzaj szyszek jest także dodatnio skorelowany z warunkami klimatycznymi poprzedniego sezonu wegetacyjnego, na dwa lata przed kwitnieniem (CHAŁUPKA 1975b). Zdaniem SARVASA (1957) warunki klimatyczne wpływają na zawiązywanie kwiatów w sposób pośredni, dostarczając jedynie impulsu dla wewnętrznych czynników inicjacji zawiązków kwiatowych.

6.1.4.3. Żyzność gleby i cechy drzewostanu

Intensywność obradania nasion u świerka pospolitego zmienia się w zależności od typu siedliskowego lasu. Najlepszy urodzaj występuje na najbardziej produktywnych typach siedliskowych (MOLČANOV 1950). Według BARABINA (1968b, 1969), zależność ta zachodzi tylko w latach słabo urodzajnych, bowiem w latach obfitego urodzaju drzewostany świerkowe obradzają nasiona z jednakowym nasileniem na różnych typach siedliskowych lasu.

Cechy wzrostowe drzew i ich stanowisko biologiczne w drzewostanie wywierają także wpływ na kwitnienie świerka pospolitego. Liczba kwiatów męskich i żeńskich zwiększa się wyraźnie wraz ze wzrostem wysokości drzew w drzewostanie (SARVAS 1968; CHAŁUPKA i GIERTYCH 1975). Średni plon szyszek z drzew 1 i 2 klasy KRAFTA był znacznie większy niż w innych klasach: drzewa te obradzały ponad 80% ogólnej liczby szyszek (MESSER 1956). Dodatnia korelacja istnieje także między średnicą drzew a liczbą obradzanych przez nie szyszek (HAGNER 1958; USKOV 1962; ELIASON i CARLSON 1968; CHAŁUPKA i GIERTYCH 1975), przy czym zależność ta jest wyraźniejsza u młodszych drzew (HAGNER 1955).

6.1.4.4. Przewidywanie urodzaju szyszek

Na podstawie przedstawionych wyżej zagadnień okresowości obradania oraz wpływu różnych czynników na kwitnienie (szczególnie

uświetnienia i temperatury w okresie zawiązywania kwiatów i na dwa lata przed kwitnieniem), można z pewnym prawdopodobieństwem przewidzieć zbliżający się obfity urodzaj szyszek u świerka (CHAŁUPKA 1975b; LEIKOLA i wsp. 1982; PUKKALA 1987a). Jednym ze sposobów jest także rozróżnianie i liczenie pąków kwiatowych, których rozwój przyspiesza się, umieszczając gałęzie zimą w temperaturze pokojowej (MOLČANOV 1950). Zdaniem ZYKOVA (1967) żeńskie i męskie pąki kwiatowe świerka pospolitego już po uformowaniu mają inny kształt i różnią się od pąków liściowych, można je więc policzyć na drzewie i w ten sposób przewidzieć intensywność kwitnienia.

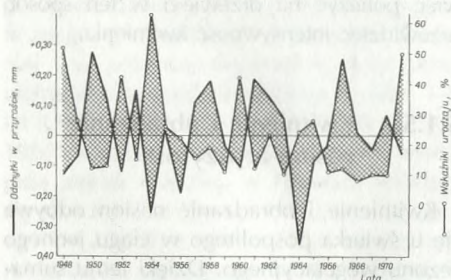
6.1.5. Kwitnienie i obradanie nasion a przyrost

Kwitnienie i obradanie nasion odbywa się u świerka pospolitego w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego. Dzięki temu sumaryczny wpływ obu tych procesów na przyrost jest silniejszy i łatwiejszy do wykazania u świerka niż u sosny, u której wpływ kwitnienia i obradania nasion rozkłada się na dwa sezony wegetacyjne, ulegając przez to osłabieniu (FOBER 1976b).

Negatywna zależność między urodzajem szyszek a przyrostem na grubość jest u świerka wyraźnie widoczna (MIKOLA 1950; DANILOV 1953; EKLUND 1954; JONSSON 1969; CHAŁUPKA i wsp. 1975b). Szerokość słoja rocznego w roku obfitego urodzaju szyszek może ulec zmniejszeniu o 20–40% w porównaniu z szerokością w latach nieurodzajnych, a redukujący wpływ obradania szyszek na przyrost grubości widoczny jest także w roku następnym (DANILOV 1953; HOLMSGAARD 1955; BUJAK 1975; CHAŁUPKA i wsp. 1975b; PUKKALA 1987b). Obfity urodzaj szyszek zmniejsza także udział drewna późnego oraz ciężar właściwy drewna (CHAŁUPKA i wsp. 1977b; PUKKALA 1987b). Ponadto wykazano, iż wytworzenie 1 kg suchej masy organów rozmnażania generatywnego (szyszki, nasiona i resztki kwia-

tów męskich) powoduje stratę mniej więcej 3 kg suchej masy drewna (CHAŁUPKA i wsp. 1975b).

Zastosowana przez wyżej wymienionych autorów metoda analizy wpływu obradzenia szyszek na przyrost pozwala, po wyeliminowaniu wpływu wieku i zmian cyklicznych w przyroście, z dużym prawdopodobieństwem określić występowanie lat urodzajnych w przeszłości na podstawie krzywej przyrostu grubości. Rycina 6.7 przedstawia zależność między urodzajem szyszek a przyrostem grubości u świerka w drzewostanach Polski północno-wschodniej.



Ryc. 6.7. Wpływ urodzaju szyszek na przyrost grubości u świerka pospolitego (wg CHAŁUPKI i wsp. 1975b)

6.1.6. Kwitnienie szczyków na plantacjach nasiennych

Pobranie zrazów do szczyków z dojrzałych generatywnie drzew sprawia, iż kwiaty – zarówno męskie, jak i żeńskie – mogą pojawić się na szczykach świerka pospolitego już w trzy do pięć lat po szczykowaniu (DORMLING 1970; KOZUBOV i wsp. 1981; MELCHIOR 1987; EFIMOV 1993). Obfite kwitnienie szczyków na plantacji nasiennej świerka (ponad 20 szczyków na jeden szczyk) następuje jednak dopiero po około 12–20 latach od szczykowania (NILSSON i WIMAN 1967; ERIKSSON i wsp. 1973; CHAŁUPKA 1988). Można je przyspieszyć o kilka lat, stosując szczykowanie „na wierzchołek”, na podkładki o wysokości około 0,5 m (DIETRICHSON i TUTTUREN 1978).

Wieloletnie obserwacje kwitnienia na plantacjach nasiennych wskazują na utrzymywanie się okresowości kwitnienia szczyków (tab. 6.1), zgodnej na ogół z okresowością kwitnienia w drzewostanach (WERNER 1980; DIETRICHSON 1989). W odniesieniu do pojedynczych osobników można z pewnością powiedzieć, iż po obfitym kwitnieniu następuje kwitnienie słabe lub zupełny jego brak (ERIKSSON i wsp. 1973). Na plantacji nasiennej w Kórniku obserwowano także różnice w okresowości kwitnienia między klonami pochodzącymi z różnych regionów: klony z Polski północno-wschodniej kwitły częściej, niż klony z Polski południowej (CHAŁUPKA 1988). Podobny efekt przeniesienia klonów świerka pospolitego na południe zauważył także EFIMOV (1993). Okresowość kwitnienia żeńskiego i męskiego są ze sobą skolorowane, zdarzają się jednak lata, kiedy kwitnienie żeńskie jest wyraźnie słabsze od męskiego (ERIKSSON i wsp. 1973; SKRØPPA i TUTTUREN 1985; CHAŁUPKA 1988).

Geograficzne przemieszczenie wywiera wyraźny wpływ także na obfitość kwitnienia klonów świerka pospolitego. Przeniesienie klonów z północy na południe lub z wyższych położeń w niższe sprzyja obfitemu zawiązywaniu kwiatów żeńskich, podczas gdy przemieszczenie w kierunkach odwrotnych wywiera negatywny wpływ na kwitnienie (CHAŁUPKA i GIERTYCH 1977; SKRØPPA i TUTTUREN 1985; MELCHIOR 1987). Na plantacji nasiennej w Kórniku klony świerka z Polski północno-wschodniej, mając tylko 17,8% udziału w ogólnej liczbie szczyków, wyprodukowały 58,5% wszystkich kwiatów żeńskich (w ciągu 10 lat) i 74,2% kwiatów męskich (w ciągu 2 lat obserwacji) (CHAŁUPKA 1988). Klony te były także znacznie wydajniejszymi producentami, zawiązując w roku obfitego kwitnienia (1993) średnio 56,9 kwiatów żeńskich na jednym szczyku, wobec 28,7 kwiatów na jeden szczyk u klonów sudeckich i karpaccich (CHAŁUPKA i ROŻKOWSKI 1995).

Warto zaznaczyć w tym miejscu, iż obfitość kwitnienia na plantacji nasiennej nie

Tabela 6.1. Kwitnienie szczyków na modelowej plantacji nasiennej świerka pospolitego w Kórniku (CHAŁUPKA 1988; CHAŁUPKA i ROŻKOWSKI 1995). *bk* – brak kwitnienia; *bo* – brak obserwacji kwitnienia

Rok	Wiek szczyków [lata]	Liczba szyszek na 1 szczyk	% szczyków z kwiatami	
			żeńskimi	męskimi
1976	14	0,05	2,2	9,4
1977	15	0,08	2,1	7,9
1978	16	0,25	7,0	19,7
1979	17	0,00	0,3	14,1
1980	18	1,72	21,1	59,5
1981	19	bk	bk	bk
1982	20	0,01	0,3	12,7
1983	21	0,01	0,5	31,8
1984	22	0,77	5,0	13,6
1985	23	bk	bk	bk
1986	24	bk	bk	bk
1987	25	bk	bk	bk
1988	26	0,00	0,0	bk
1989	27	0,00	0,0	bk
1990	28	bo	bo	bo
1991	29	bo	bo	bo
1992	30	bo	bo	bo
1993	31	33,80	84,7	92,6
1994	32	bk	bk	bk
1995	33	bk	bk	bk
1996	34	bk	bk	bk

zawsze jest miarą wielkości plonu dojrzałych szyszek, na co wpływa obumieranie kwiatów żeńskich w różnych fazach ich rozwoju. Przyczyną tego zjawiska mogą być przymrozki w czasie zapylenia, kiedy to kwiaty żeńskie zdają się być najbardziej wrażliwe na niskie temperatury (ERIKSSON i wsp. 1973). Na plantacji nasiennej w namiocie foliowym stwierdzono, iż straty w plonie szyszek sięgają w różnych latach od kilku do kilkunastu procent i są praktycznie takie same, jak na normalnych plantacjach (JOHNSEN i wsp. 1994a).

Istotnym czynnikiem wpływającym na kwitnienie i produkcję szyszek na planta-

jach nasiennych świerka pospolitego jest zmienność międzyklonalna (NILSSON i WILMAN 1967; ERIKSSON i wsp. 1973; WERNER 1980). W ciągu 10 lat obserwacji kwitnienia pewna część klonów (27,2% w przypadku kwitnienia żeńskiego i 5,1% w przypadku kwitnienia męskiego) w ogóle nie zawiązała kwiatów (CHAŁUPKA 1988); podobne zjawisko obserwowano w Norwegii (SKRØPPA i TUTTUREN 1985). Również w grupie klonów kwitnących zaznaczyły się bardzo wyraźne różnice w obfitości kwitnienia. Dla wytworzenia 50% kwiatów żeńskich lub męskich wystarczyło kwitnienie odpowiednio 8,4% i 3,8% klonów (CHAŁUPKA 1988).

Obfitość kwitnienia żeńskiego i męskiego klonów świerka na plantacji nasiennej jest także wyraźnie skorelowana z ich przeciętną wysokością (ERIKSSON i wsp. 1973).

Kolejny poziom zmienności w kwitnieniu plantacji nasiennej to zróżnicowanie między szczepami. Na modelowej plantacji nasiennej w Kórniku udział szczepów zawiązujących kwiaty, zarówno żeńskie jak i męskie, wahał się u poszczególnych klonów od 16,7% do 91,7% (CHAŁUPKA 1988). Tak znaczna zmienność kwitnienia wśród szczepów może być skutkiem zróżnicowania ich wysokości (REMRÖD 1972; ERIKSSON i wsp. 1973), różnego pochodzenia podkładek (MELCHIOR 1987), czy też miejsca pobrania zrazu w koronie drzewa matecznego (DORMLING 1970). Szczepy pochodzące ze zrazów pobieranych na niższych okółkach zarówno z pędów wierzchołkowych, jak i bocznych, zaczynają kwitnąć później i zawiązują mniej kwiatów niż szczepy ze zrazów pobieranych w górnych partiach koron (DORMLING 1970; SARVAS 1970). Ten ostatni fakt wiąże się ze zjawiskiem tak zwanej topofizy, czyli utrzymywaniem przez szczep w ciągu kilku lat (patrz także rozdz. 6.3) indywidualnych cech morfologicznych i przyrostowych gałęzi, z których pobrano zraz. Przykładem topofizy jest także wyraźna tendencja do wzrostu horyzontalnego szczepów świerka pospolitego, powstałych ze zrazów pobranych z pędów bocznych gałęzi (ANDERSSON i NILSSON, cyt. DORMLING 1970).

6.1.7. Regulacja kwitnienia

Zabiegi mające na celu przyspieszenie lub wzmoczenie kwitnienia dobiera się przede wszystkim z myślą o ich zastosowaniu na plantacjach nasiennych i w drzewostanach nasiennych. Dla osiągnięcia zamierzonego celu stosuje się zwykle nawożenie mineralne, kontrolowane zmiany czynników klimatycznych, różnego rodzaju zabiegi mechaniczne oraz regulatory wzrostu roślin.

6.1.7.1. Nawożenie mineralne

Nawożenie mineralne stosowane w dojrzałych drzewostanach świerkowych przyniosło istotne zwiększenie liczby drzew obdarzających szyszki zarówno po nawożeniu superfosforem, jak i solą potasową w dawce 400 kg na hektar (ENESCU 1973; ENESCU i wsp. 1973), podczas gdy zastosowane na rok przed kwitnieniem pełne nawożenie NPK nie wpłynęło na obfitość kwitnienia żeńskiego i wielkość urodzaju szyszek (MÄLKÖNEN 1971; CHAŁUPKA 1976). Mieszany nawóz azotowo-fosforowy w ilości 200 kg N i 30 kg P na hektar spowodował natomiast zwiększenie długości i wagi szyszek oraz wagi 1000 nasion (SKOKLEFALD 1970), chociaż w roku słabego urodzaju szyszek zanotowano również statystycznie istotny, negatywny wpływ nawożenia azotowego na wagę 1000 nasion (CHAŁUPKA 1976). Wyniki dolistnego nawożenia świerka wskazują natomiast na istotne znaczenie akumulacji fosforu w pąkach dla indukcji kwitnienia (VOGL 1960). Zwiększenie zawartości fosforu, azotu i potasu w igłach i pąkach szczepów świerkowych, osłanianych folią polietylenową, nie było jednak powiązane z ich kwitnieniem (CHAŁUPKA i FÖBER 1990).

Zmienne skutki nawożenia mineralnego wynikają z pewnością ze zróżnicowania geograficznego, żyzności siedlisk czy wieku nawożonych drzewostanów, jednak zdaniem MÄLKÖNENA (1971), można poprzez nawożenie uzyskać zwiększoną produkcję szyszek i nasion, stosując zestawy nawozów starannie dobranych do potrzeb danego środowiska glebowego.

6.1.7.2. Modyfikacja czynników klimatycznych

Ułatwienie dostępu światła do koron szczepów poprzez zwiększenie ich więzby z 2,5 m × 2,9 m do 4,0 m × 5,6 m spowodowało wyraźny wzrost przeciętnej liczby szyszek na jednym szczepie (NILSSON i WIMAN 1967), a redukcja zwarcia koron w dojrzałym drzewostanie z 1,0 do 0,8

spowodowała również zwiększenie liczby drzew obrządzających szyszki (ENESCU 1973).

Zakładanie osłon polietylenowych na szczepy świerka pospolitego na przełomie czerwca i lipca pobudziło w istotny sposób zawiązywanie kwiatów męskich (BRØNDBO 1969; CHAŁUPKA i GIERTYCH 1977; CHAŁUPKA 1981), a w doświadczeniu REMRÖDA (1972) także i żeńskich, przy czym zabieg ten zwiększał zarówno średnią liczbę kwiatów zawiązanych na jednym szczepie, jak i procent szczepów kwitnących (CHAŁUPKA 1981). Osłony polietylenowe powodują zmiany wielu czynników mikroklimatu wokół szczepów świerka pospolitego i nie jest łatwo rozstrzygnąć, który z nich jest najważniejszy dla indukcji kwitnienia (CHAŁUPKA 1985). Pomiary przepuszczalności światła słonecznego przez folię wykazały, że w zakresie widzialnej części widma sucha folia osłabia jego intensywność o około 25%, natomiast folia zwilżona wodą od wewnątrz – o około 60%. W obu przypadkach zaznacza się wzrost przepuszczalności światła podczerwonego o długościach fali powyżej 670 nm, powodującego wzrost temperatury (PUKACKI 1981). To sprawia, iż średnia temperatura dobowa powietrza pod osłoną jest przeciętnie wyższa o kilka stopni od temperatury na zewnątrz (CHAŁUPKA 1985).

Jeśli nawet przypisze się decydującą rolę czynnikowi termicznemu, jak czynią to niektórzy autorzy (TOMPSETT i FLETCHER 1977, 1979; OLSEN 1978), to światło pozostaje jednak czynnikiem pierwotnym w stosunku do temperatury, a warunki świetlne wewnątrz pąków są, jak się wydaje, ściśle związane z mechanizmem indukcji kwitnienia (PUKACKI i CHAŁUPKA 1982). Oddziaływanie światła za pośrednictwem temperatury nie wyklucza bowiem jego bezpośredniego wpływu na zawiązywanie pąków kwiatowych. Badania przepuszczalności światła poprzez łuski okrywowe pąków, między innymi świerka pospolitego, wykazały, że organy te absorbują więcej światła czerwonego niż światła podczerwonego (PUKACKI i GIERTYCH 1982). Ominięcie tej filtracyjnej

roli łusek okrywowych poprzez wprowadzenie pełnego widma światła słonecznego do wnętrza pąków za pośrednictwem światłowodów prowadzi do zawiązania żeńskich organów generatywnych u sosny i u świerka (KOSIŃSKI i GIERTYCH 1982).

6.1.7.3. Metody mechaniczne

Strangulacja czyli zaciskanie pętli na pniach drzew nasiennych świerka pospolitego na zrębach wyraźnie stymulowała zawiązywanie kwiatów, przede wszystkim męskich, a jej wpływ uwidaczniał się 2–3 lata po zabiegu (STEFANSSON 1948). HAGNER (1965a) stosował obrączkowanie dojrzałych generatywnie drzew świerka, lecz bez pozytywnych wyników. Podobnie bezskuteczne okazało się przycinanie korzeni i obrączkowanie 8-letnich szczepów (KOZUBOW i wsp. 1981). Pozytywny wpływ obrączkowania obserwowano natomiast u 13-letnich siewek świerka dwa lata po wykonaniu zabiegu (CHAŁUPKA 1997). Stosuje się niekiedy na świerkowych plantacjach nasiennych umiarkowane przycinanie wierzchołków lub gałęzi szczepów, co jednak nie wpływa praktycznie na obfitość kwitnienia (KOZUBOW i wsp. 1981). Zbyt radykalne wykonanie tego zabiegu powoduje natomiast znaczne zmniejszenie ogólnej produkcji szyszek na plantacji nasiennej (NILSSON i WIMAN 1967; SAMUELSON 1979).

Bez względu jednak na osiągnięte efekty, metody mechaniczne mogą mieć tylko znaczenie w badaniach fizjologii kwitnienia, powodują one bowiem trwałe uszkodzenia drzew i nie nadają się do praktycznego zastosowania na szeroką skalę.

6.1.7.4. Regulatory wzrostu

Zapoczątkowane na początku lat siedemdziesiątych badania wpływu regulatorów wzrostu na kwitnienie różnych gatunków drzew iglastych wykazały, że substancje te mogą skutecznie stymulować zawiązywanie zarówno żeńskich, jak i męskich organów generatywnych świerków (LONGMAN 1989).

Nieudane próby stymulacji kwitnienia przy pomocy retardantów wzrostu (CCC – chlorek chlorocholiny i B-995 – kwas N-dwumetyloamino-bursztynowy) dostarczyły pierwszych przesłanek na temat udziału giberelin w naturalnym procesie powstawania zawiązków kwiatowych u świerka pospolitego (DUNBERG 1974). W późniejszych doświadczeniach uzyskano statystycznie istotną interakcję CCC i kwasu giberelowego (GA₃) w stymulacji kwitnienia żeńskiego (BLEYMÜLLER 1976) i męskiego (CHAŁUPKA 1979). Kwas giberelowy podawany samodzielnie również wpływał dodatnio na kwitnienie męskie, zwiększając zarówno udział szczepów z kwiatami, jak i przeciętną liczbę kwiatów na szczepie (CHAŁUPKA 1981).

Lepsze efekty w stymulacji kwitnienia u świerka pospolitego uzyskano po zastosowaniu giberelin mniej polarnych niż GA₃. Mieszanina GA_{4/7}, stosowana w różnych stężeniach i podawana na rok przed kwitnieniem, głównie poprzez iniekcję do pni oraz opryskiwanie gałęzi szczepów i siewek, powodowała zwiększenie liczby zawiązywanych kwiatów żeńskich (DUNBERG 1980; BONNET-MASIMBERT 1987, 1989; SCHACHLER i MATSCHKE 1991; JOHNSEN i wsp. 1994b; HÖGBERG i ERIKSSON 1994) i męskich (CHAŁUPKA 1985; BONNET-MASIMBERT 1989; SCHACHLER i MATSCHKE 1991). Działanie GA_{4/7} wzmacniało się w połączeniu z gibereliną A₉ (DUNBERG 1980), z oddziaływaniem podwyższonej temperatury w namiocie foliowym (LUUKANEN 1979; JOHNSEN i wsp. 1994b) i z obrączkowaniem (BONNET-MASIM-

BERT 1987, 1989; SCHACHLER i MATSCHKE 1991). Nie stwierdzono natomiast interakcji GA_{4/7} z przycinaniem korzeni (HÖGBERG i ERIKSSON 1994) i podawaniem syntetycznej auksyny NAA (DUNBERG 1980).

Przedstawione wyżej wyniki dotyczą szczepów świerka pospolitego, u których wpływ regulatorów wzrostu na kwitnienie był zauważalny w rok po ich zastosowaniu. W przypadku nie kwitnących jeszcze 12–13-letnich siewek zaobserwowano opóźniony wpływ mieszaniny GA_{4/7}, która dopiero w dwa lata po podaniu spowodowała istotne zwiększenie liczby zawiązywanych kwiatów żeńskich (BONNET-MASIMBERT 1987; CHAŁUPKA 1997). Badania anatomiczne wykazały, iż pierwsze łuski pąkowe zawiązują się u świerka jesienią w roku poprzedzającym formowanie pąków, a więc na dwa lata przed kwitnieniem (HEJNOWICZ i OBARSKA 1995). Możliwe jest więc, już w tej fazie rozwoju, oddziaływanie mniej polarnych giberelin na przebieg różnicowania merystemów wierzchołkowych.

Poza wyżej wymienionymi, stosowano w stymulacji kwitnienia świerka pospolitego następujące regulatory wzrostu: auksynę IAA i kinetynę (BLEYMÜLLER 1976), hydrazid kwasu maleinowego (BLEYMÜLLER 1976; RONIS 1983) oraz kwas jasmonowy (SCHACHLER i MATSCHKE 1991). Połączenie kinetyny z hydrazidem kwasu maleinowego (BLEYMÜLLER 1976) oraz kwasu jasmonowego z obrączkowaniem (SCHACHLER i MATSCHKE 1991) zwiększyły liczbę zawiązywanych kwiatów żeńskich.

6.2. Nasiennictwo i szkółkarstwo (*Janusz Sabor*)

6.2.1. Nasiennictwo i szkółkarstwo w programach gospodarstwa leśnego

W powszechnym ujęciu problemowym nasiennictwo i szkółkarstwo są na ogół traktowane jako część hodowli lasu, chociaż TYSZKIEWICZ uznaje te dziedziny za oddziel-

ną gałąź gospodarstwa leśnego (TYSZKIEWICZ i OBMİŃSKI 1963). Obecnie, coraz bardziej wydaje się być uzasadnione włączanie problematyki nasiennictwa i szkółkarstwa do programów selekcyjnych. Każdy bowiem program selekcyjny obejmuje ocenę potomstwa w doświadczeniach porównawczych, oraz rozmnażanie różnymi metoda-