

HENRYK ŻYBURA, BARTOSZ PEWNIAK

Wykorzystanie dolnych warstw drzewostanu w planowaniu hodowlanym

Under-canopy layers in silvicultural planning

ABSTRACT

Żybura H., Pewniak B. 2016. Wykorzystanie dolnych warstw drzewostanu w planowaniu hodowlanym. Sylwan 160 (10): 815-821.

Currently observed climate change creates favourable conditions for the development of not only deciduous species (oak and beech), but also some coniferous (e.g. fir). In the Scots pine stands growing on fertile forest site types one can observe the dynamic development of the under-canopy layers composed of those species. Oak or beech saplings are often characterized by good silvicultural value. Also silver fir creates a well-developed cover under Scots pine trees. Beech and fir as the most shade-tolerant tree species are able to handle the conditions under Scots pine. They can grow for a long time under the cover without damage to their height or diameter growth. Especially, a dynamic growth of oaks can often be observed on fresh mixed coniferous and fresh mixed broadleaved habitats. Oak layers in Scots pine stands are generally created in the way of natural regeneration with remarkable contribution of the jays, which spread the seeds even at considerable distances from the old trees. The corresponding intensity of thinnings supports to shape the proper silvicultural value of such under-canopy storeys. Observations on growth of such stand layers in the Scots pine stands in eastern and central Poland consider the desirability of including them in the next generation of stands. Their presence contributes to improvement of the biological stability of the stands, and also leads to increased productivity. By implementing to the forest practice the model of semi-natural silviculture, one wants to consider the possibility of using the saplings currently existing under the Scots pine as a component of the future stand. Knowledge about the silvicultural value and the impact on growth of lower layers will enable to develop the principles of proper cultivation of the multi-storey stands.

KEY WORDS

Scots pine, oak, silvicultural value, multi-layer stands

ADDRESSES

Henryk Żybura ⁽¹⁾ – e-mail: henryk_zybura@sggw.pl

Bartosz Pewniak ⁽²⁾ – e-mail: bartosz.pewniak@lodz.lasy.gov.pl

⁽¹⁾ Katedra Hodowli Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Nadleśnictwo Złoczew; ul. Parkowa 12, 98-270 Złoczew

Wstęp

W planowaniu hodowlanym, na etapie sporządzania projektu planu urządzania lasu, ustalane są typy drzewostanów i składy gatunkowe upraw z uwzględnieniem warunków siedliskowych, położenia geograficznego (regionalizacji) i efektów hodowlanych uzyskiwanych w ubiegłym okresie. Typ drzewostanu jest celem perspektywicznym, który należy osiągnąć w wieku jęgo dojrzałości

do odnowienia. Efekt ten uzyskuje się, realizując odpowiednie cele średnio- i krótkookresowe. W trakcie tych działań respektuje się zasadę, że każdy drzewostan w każdym miejscu stanowi swego rodzaju obiekt niepowtarzalny, wymagający indywidualnego traktowania. Odrębność drzewostanu w dużej mierze jest warunkowana przez troficzność i wilgotność siedliska oraz jego skład gatunkowy i budowę przestrzenną (warstwowość, wielkość płatów domieszek i ich rozmieszczenie). Już na etapie zakładania uprawy należy ocenić możliwość zrealizowania celu hodowlanego. W przypadku siedlisk borowych ryzyko niepowodzenia jest stosunkowo małe. Natomiast na siedliskach zasobniejszych, szczególnie lasowych, na których występują drzewostany o zróżnicowanym składzie gatunkowym i rozbudowanej strukturze pionowej, ryzyko nieosiągnięcia celu hodowlanego jest znacznie większe. Złożoność planowania może zwiększać obecność dolnych warstw w drzewostanie odnawianym, których skład gatunkowy jest zgodny z siedliskiem. Typowym przykładem są drzewostany sosnowe na siedlisku boru mieszanego świeżego oraz siedliskach lasowych, w których występuje drugie piętro dębowe. Dla tych warunków siedliskowych naturalnym zbiorowiskiem leśnym są zespoły boru mieszanego dębowo-sosnowego *Querceto roboris-Pinetum* oraz ciepłolubny bór mieszany *Serratulo-Pinetum*. Ich udział w powierzchni leśnej Polski wynosi około 15% [Matuszkiewicz 2001]. Drzewostany mieszane dębowo-sosnowe w tych warunkach są cenne nie tylko ze względów przyrodniczych, ale mogą też odznaczać się większą produktywnością niż monokultury sosnowe. W lasach zachodniej Polski stwierdzono, że drzewostan złożony w 60% z dębu i 40% z sosny rosnący na siedlisku lasu mieszanego świeżego odznacza się większą zasobnością niż lita sośnina [Miś 1982].

W zmieniających się obecnie warunkach klimatycznych obserwujemy dynamiczne tworzenie przez dęby dolnych warstw w drzewostanach sosnowych rosnących na średnio żyznych siedliskach [Nowak 2003; Gniot 2007; Paluch 2007]. Niekiedy okazuje się, że mogą one stanowić cenny składnik następnego pokolenia. Jest to szczególnie ważne przy zakładaniu drzewostanów sosnowych z udziałem dębu, ponieważ te dwa gatunki zasadniczo różnią się wiekiem rębności, a takie postępowanie daje nawet kilkadziesiąt lat wyprzedzenia dla dębu. Podjęcie decyzji o włączeniu w skład gatunkowy następnego pokolenia wymaga przeprowadzenia dokładnej oceny wartości hodowlanej tego gatunku. Warunki ekologiczne, w których wzrastało to pokolenie, są w dużej mierze kształtowane przez osłonę, jaką stwarza istniejący drzewostan. Zbyt długi okres wzrostu w niekorzystnych warunkach może spowodować istotne obniżenie wartości tej warstwy i wówczas włączenie jej w skład następnego pokolenia bywa ryzykowne. Dlatego też interesujące jest, szczególnie dla praktyki hodowlanej, poznanie zależności między cechami drzewostanu osłaniającego a wzrostem i jakością podokapowych dębów. Można przypuszczać, że odpowiednio przeprowadzone zabiegi pielęgnacyjne, szczególnie trzebieże, mogą w dużym stopniu wpłynąć na poprawę jakości drzew dolnej warstwy [Gniot 1991; Kowalski 1992, 1993a, b; Bernadzki 1994, 1995; Sokołowski 1994; Sokołowski i in. 1997; Pigan, Pigan 1999; Paluch 2012; Pewniak 2013].

Warunki wzrostu drzew pod okapem drzewostanu

Większość gatunków drzew leśnych w młodym wieku dobrze rośnie pod okapem drzewostanu, znosząc nawet duże ograniczenie dostępu światła. Z wiekiem wymagania świetlne rosną i dla zapewnienia dobrego wzrostu i rozwoju potrzebne są odpowiednie zabiegi hodowlane zwiększające ilość światła. Zdolność znoszenia ograniczonego dostępu światła zależy m.in. od właściwości biologicznych gatunku, warunków siedliskowych oraz wieku drzew [Magnuski i in. 1968; Żybura 1982; Bernadzki, Żybura 1989; Magnuski, Jaszczak 1993; Andrzejczyk 2003]. Gatunki cienioznośne, takie jak jodła pospolita, buk zwyczajny, a także świerk pospolity, mogą rosnąć

pod okapem przez długi okres i nie wykazują istotnego zahamowania tempa wzrostu wysokości [Bruchwald i in. 2002; Pantić i in. 2011; Bronisz, Bijak 2012]. Ważną rolę odgrywają tutaj również warunki siedliskowe – im żyźniejsze i lepiej zaopatrzone w wodę siedlisko, tym dłużej odnowienia podokapowe mogą rosnąć bez widocznego zahamowania wzrostu i pogorszenia jakości. Natomiast gatunki drzew o mniejszej zdolności znoszenia ocienienia będą znacznie wcześniej i intensywniej reagować obniżeniem tempa wzrostu wysokości i pogorszeniem jakości hodowlanej. Są to cechy, które między innymi decydują o celowości wykorzystania tej warstwy drzew do dalszej hodowli.

W praktyce leśnej częstym obiektem zainteresowania w planowaniu hodowlanym są podokapowe odnowienia dębowe w drzewostanach sosnowych rosnących na siedliskach borów mieszanych i lasów mieszanych. Dąb często zaczyna pojawiać się w drzewostanach sosnowych w wieku około 60-70 lat [Pigan, Pigan 1999; Paluch 2012]. Wówczas warunki są już sprzyjające do pojawiania się i wzrostu podokapowych odnowień tego gatunku. Do rozprzestrzeniania się dębu przyczyniają się w dużej mierze sójki, które przenoszą żołądźce nawet na znaczne odległości od drzew matecznych [Sokołowski, Paluch 2003]. Obserwacje prowadzone w drzewostanach sosnowych z dębem w dolnych warstwach na terenie Polski wskazują, że jest to proces ciągły, o czym świadczy znaczna rozpiętość wieku istniejących podrostów dębowych [Magnuski i in. 1968; Pigan, Pigan 1999; Paluch 2012]. Wynosi ona od kilkunastu do nawet kilkudziesięciu lat. Większość ich powstaje jednak w ciągu kilku lat. Najczęściej proces ten związany jest z rokiem dobrego urodzaju żołądźki. Powoduje to, że odnowienia posójkowe powstają w podobny sposób jak odnowienie naturalne w drzewostanach dębowych.

Rozluźnienie zwarcia sosny w starszym wieku stwarza dogodne warunki dla wzrostu gatunków o większych wymaganiach świetlnych. Dowodzą tego wyniki badań, w których stwierdzono większe zagęszczenie i szybszy wzrost na wysokość dolnych warstw we fragmentach o luźnym zwarciu [Pigan, Pigan 1999; Paluch 2012]. Stwierdzono również, że zagęszczenie dębu, jako istotny czynnik w określaniu wartości hodowlanej odnowień, jest wystarczające dla uzyskania wartościowego składnika przyszłego drzewostanu. Duży wpływ zagęszczenia górnej warstwy widoczny jest w starszych fazach rozwojowych dębu (tyczkowina, drągowina). Wraz ze wzrostem wartości czynnika zadrzewienia obserwuje się wówczas niższe zagęszczenie dolnych warstw i wyraźne obniżenie tempa wzrostu wysokości. Prawidłowo rosnące dolne warstwy dębu, jako gatunku światłożądneho, stwierdzono w drzewostanach sosnowych o wartości czynnika zadrzewienia nieprzekraczającej 0,4 [Andrzejczyk 2009]. W takich warunkach dąb wykazuje również dobrą żywotność. Z przeprowadzonych badań nad strukturą żywotności podokapowych odnowień dębowych w drzewostanach sosnowych wynika, że udział drzew o obniżonej żywotności nie przekracza 10% ogólnej liczby dębów. Natomiast udział dębów żywotnych i zdrowych wahał się w przedziale od 50 do 60% ogólnej liczby drzew. Przy odpowiednim zagęszczeniu jest to wystarczająco liczna populacja drzew do uzyskania wartościowej domieszki w przyszłym drzewostanie.

Ważnym miernikiem warunków wzrostu drzew jest bonitacja. Generalnie dąb, tworząc warstwę podrostu, osiąga w zależności od siedliska II-III klasę bonitacji [Gniot 2007]. Najniższą klasą bonitacji cechują się dęby wzrastające przez długi czas pod osłoną zwanego drzewostanu sosnowego.

W strategii życiowej dębów wyraźnie widoczny jest okres powolnego wzrostu na wysokość w młodości [Bruchwald 1999]. Przyczyną tego jest początkowa inwestycja w dynamiczną rozbudowę palowego systemu korzeniowego penetrującego głęboko glebę [Brzeziecki 2000; Jaworski 2004]. Także rosnąc pod okapem, w pierwszych latach życia gatunek ten cechuje się sto-

sunkowo powolnym wzrostem wysokości, co szczególnie jest widoczne w porównaniu z jego wzrostem na powierzchni otwartej. Różnica ta jest prawie dwukrotna, jednakże z wiekiem zaciera się i podrosty z ocienienia dorównują wysokością odnowieniom rosnącym bez osłony. Dłuższy okres powolnego młodocianego wzrostu powoduje przesunięcie na późniejszy wiek fazy pędzenia. Różnica ta najczęściej wynosi od kilku do kilkunastu lat i w dużej mierze zależy od warunków siedliskowych [Mosandl, Kleinert 1998].

Dobra jakość hodowlana istniejących podrostów dębowych nie przesądza jeszcze o tym, że będą one wartościowym składnikiem następnego pokolenia. Istotne znaczenie ma reakcja drzew na pełne udostępnienie światła. Dużą zdolność pozytywnej reakcji na poprawę warunków świetlnych posiadają gatunki wybitnie cienioznośne, jak buk czy jodła. Mogą one nawet po długim okresie wzrostu w znacznym ocienieniu zintensyfikować tempo wzrostu i dorównywać wysokością drzewom rosnącym w optymalnych warunkach oświetlenia [Bernadzki 2000]. Przeprowadzone przez Palucha [2012] badania pokazują, że dęby rosnące pod okapem pozytywnie reagują na odsłonięcie, z tym że prawidłowość ta częściej jest obserwowana w młodszych odnowieniach. Autor podaje również, że po odsłonięciu często występuje okres stagnacji wzrostu wysokości, po czym jego tempo powoli dynamizuje się. Podobną reakcję stwierdzono, analizując wzrost wysokości podokapowych odnowień sosny po ich odsłonięciu [Andrzejczyk 2003].

W ocenie przydatności hodowlanej drzew bardzo istotne są ich cechy pokrojowe. Drzewka przyszłościowe powinny charakteryzować się prostym pnieniem lub z niewielkimi krzywiznami, koroną wąską, symetryczną i nieosłoniętą od góry. Wymienione parametry korony w dużej mierze kształtowane są przez cechy drzewostanu osłaniającego, jak również stopień zagęszczenia samych podrostów. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem wartości czynnika zadrzewienia i pierśnicowego pola przekroju sosny następuje spadek jakości pni i koron. W podrostach o wyższym zagęszczeniu zwiększa się udział dębów z jakościowo dobrymi pniami i koronami, a tym samym mają one wyższą wartość hodowlaną [Paluch 2012].

Cechą, która może być pomocna w ocenie jakości hodowlanej podokapowych dębów, jest obecność wyraźnego przewodnika (pędu głównego) oraz jego dominacja nad otoczeniem. Najwyższe dęby z wyraźnym pędem głównym i dobrze ukształtowaną koroną są kandydatami na drzewa dorodne w przyszłym drzewostanie. Jest to równocześnie wskazówka, że dąb ma w konkretnym drzewostanie dobre warunki do wzrostu i rozwoju. Natomiast podrostów złożonych z drzew o rozbudowanej, szerokiej, często parasolowatej koronie, bez wyraźnego pędu głównego i z zahamowanym przyrostem wysokości nie należy kwalifikować do dalszej hodowli.

Ocena przydatności podrostów dębowych w drzewostanach sosnowych do dalszej hodowli

Obecność dolnych warstw w drzewostanach sosnowych, zwłaszcza na żyzniejszych siedliskach, nie należy do rzadkości. Przystępując do planowania postępowania hodowlanego w takich drzewostanach, szczególnie rębnych, stawiamy pytanie, czy występujące naloty, podrosty, ewentualnie drugie piętro mogą być wykorzystane do dalszej hodowli. Udzielenie odpowiedzi wymaga przeprowadzenia oceny przydatności (wartości) hodowlanej dolnych warstw.

Dokonyując inwentaryzacji istniejących podrostów dębowych, należy zwrócić uwagę na warunki siedliskowe, w jakich występują. Najczęściej obserwowane są na siedlisku boru mieszanego świeżego i lasu mieszanego świeżego, gdzie dąb powinien stanowić domieszka w drzewostanie. Zatem w takim przypadku warto dołożyć starań, aby wykorzystać ten „dar natury”.

Jednym z ważnych działań hodowlanych jest odpowiednie przygotowanie odnowienia podokapowego, szczególnie będącego w fazie starszego podrostu lub tyczkowiny, do wzrostu po

usunięciu drzew drzewostanu osłaniającego. Jest to proces wymagający czasu, dlatego też już znacznie wcześniej należy wytypować odpowiednio duże powierzchniowo płaty (20-50-arewe) najwartościowszych podrostów dębowych. W tych miejscach trzeba wykonać intensywniejsze trzebieże późne niż wynikałoby to z potrzeb drzewostanu. Mają one na celu zwiększenie stabilności podokapowych dębów poprzez poprawę warunków świetlno-wilgotnościowych oraz zmniejszenie konkurencji korzeniowej sosny o składniki pokarmowe i wodę. Może pojawić się potrzeba wykonania następnego zabiegu pielęgnacyjnego, którego celem będzie dalsze przystosowywanie odnowienia podokapowego do wzrostu na powierzchni otwartej. Im starsze podrosty, tym dłużej należy je przygotowywać do życia w pełnym oświetleniu.

Podstawowym kryterium kwalifikowania podrostów jako przydatnych do dalszej hodowli jest ich zagęszczenie. Przyjmuje się, że aby zakwalifikować dany płat jako przyszłościowy, na 1 arze powierzchni muszą występować 2-3 dęby bardzo dobrej jakości [Paluch 2012]. Oczywiście nie powinny to być pojedyncze osobniki, wskazane jest występowanie większej liczby drzewek tworzących wypełnienie. Bernadzki [2006] określił wielkość przestrzeni wzrostowej drzewka przeszłościowego w zależności od jego fazy rozwojowej. Dla podrostów o wysokości od 1,5 do 5 m proponuje zagęszczenie dębów przyszłościowych wynoszące od 1 do 2 tys. szt./ha, w fazie tyczkownicy (do 15 m wysokości) zaleca od 0,5 do 1 tys. szt./ha, natomiast gdy dąb tworzy drugie piętro w drzewostanie sosnowym, jako minimalną liczbę jakościowo najlepszych drzew rozmieszczonych w miarę równomiernie należy przyjmować 200-300 szt./ha. Przytoczone wartości są zbliżone z założeniami przyjętymi w Zasadach Hodowli Lasu, które zalecają na etapie trzebieży wczesnych dokonanie wyboru 250-400 szt./ha drzew dorodnych w zależności od warunków siedliskowych. Natomiast w okresie trzebieży późnych ich liczba powinna wynosić od 150 do 250 szt./ha. Uznając dany fragment podrostu jako przydatny do dalszej hodowli, trzeba również pamiętać, że zagęszczenie młodego pokolenia należy rozpatrywać łącznie z dębami zajmującymi niższe klasy biosocjalne. Drzewa te tworzą wypełnienie, utrzymują zwarcie i spełniają rolę pielęgnacyjną dla osobników przyszłościowych.

Istotną cechą jest też jakość hodowlana podokapowych dębów. Za drzewka przyszłościowe, które docelowo będą stanowiły trzon przyszłego drzewostanu, należy uznawać osobniki o bardzo dobrej lub dobrej jakości pnia i właściwie ukształtowanej koronie oraz w pełni żywotne. Powinny cechować się one prostym pniem z dobrze widocznym przewodnikiem. Dopuszczalne jest także uznanie za wartościowe drzew o pniu z niewielkimi krzywiznami, ponieważ dąb wykazuje tendencję do „prostowania pnia z wiekiem”. Drzewko, przrastając na grubość, stopniowo koryguje nieznaczne krzywizny. Korona powinna być symetryczna, dobrze rozrośnięta i nie wykazywać tendencji do tworzenia rozpieracza.

Odnowienie drzewostanów sosnowych z wykorzystaniem dolnych warstw winno rozpocząć się odpowiednio wcześniej. Z decyzją taką nie można zwlekać aż do rozpoczęcia cięć rębnych. Jak wspomniano wcześniej, ważne jest odpowiednie „wychowanie” młodych dębów i przygotowanie ich do nowych warunków wzrostu i funkcji w przyszłym drzewostanie. Wzrost dębów pod okapem drzewostanu zabezpiecza je przed przymrozkami późnymi, które często uszkadzają odnowienia na powierzchniach otwartych lub gniazdach. Właściwe regulowanie warunków świetlnych wnętrza drzewostanu i stopniowe odsłanianie podrostów zabezpiecza je przed ewentualnym pojawieniem się pędów epikormicznych (tzw. wilków). Zjawisko to obserwowane jest u drzew zbyt szybko odsłoniętych, co obniża ich przydatność hodowlaną [Andrzejczyk 2009]. Długi wzrost pod osłoną powoduje również zachwianie stabilności drzew. Odsłonięcie fragmentów o obniżonej stabilności przyczynić się może do znaczących szkód od okiści. Ważne zatem jest właściwe regulowanie zagęszczenia podrostów jeszcze w okresie wzrostu po osłonę drzewostanu.

Wykorzystanie podrostów dębowych w pracach odnowieniowych czy przebudowie drzewostanów wymaga także dużej ostrożności i staranności przy usuwaniu drzew drzewostanu osłaniającego. Każde uszkodzenie pnia przy pracach związanych z pozyskaniem i zrywką drewna prowadzi do powstawania zabitek, mogących być zaczątkiem zgnilizn, które obniżają przyszłą wartość drewna.

Podjęcie decyzji o zakwalifikowaniu podokapowych odnowień dębowych do dalszej hodowli będzie bardzo często budziło wiele wątpliwości. W przypadku bardzo dobrych i dobrych podrostów (zwartych, z dużą liczbą drzew prostych z wyraźnym przewodnikiem, o prawidłowo ukształtowanych koronach, tworzących duże kępy) łatwo zdecydować o ich włączeniu w skład gatunkowy następnego pokolenia. Znacznie więcej wątpliwości pojawi się przy odnowieniach o średniej wartości hodowlanej. W takiej sytuacji warto jednak rozważyć, czy rezygnacja z istniejącego już odnowienia, którego wartość hodowlaną znamy, pozwoli na uzyskanie lepszego efektu, gdy dąb wprowadzimy sztucznie, najczęściej na gniazdach. Przy wzięciu pod uwagę całego zestawu zagrożeń dla upraw (szkody od zwierzyny, przymrozki, zachwaszczenie czy błędy w pielęgnowaniu) może okazać się, że w obecnych uwarunkowaniach i możliwościach hodowlanych, szczególnie na siedlisku boru mieszanego świeżego, efekt ten będzie znacznie gorszy.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2003. Różnowiekowe drzewostany sosnowe. Powstanie, struktura, hodowla. Rozpr. Nauk. i Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Andrzejczyk T. 2009. Drzewa polskich lasów. Dąb szypułkowy i bezszypułkowy. PWRiL, Warszawa.
- Bernadzki E. 1994. Lasy wobec zmian klimatu. *Echa Leśne* 1: 5-7.
- Bernadzki E. 1995. Gospodarka leśna w obliczu zmian klimatu. *Sylwan* 139 (1): 19-32.
- Bernadzki E. 2000. Cięcia odnowieniowe. PWRiL, Warszawa.
- Bernadzki E. 2006. Racjonalizacja zbiegów hodowlanych – potrzeba a może konieczność. *Głos Lasu* 1: 8-12.
- Bernadzki E., Żybura H. 1989. Tempo wzrostu wysokości buka w dolnym piętrze drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 133 (5): 41-49.
- Bronisz K., Bijak S. 2012. Fazy wzrostu wysokości jodły pospolitej z Gór Świętokrzyskich. *Sylwan* 156 (7): 511-517.
- Bruchwald A. 1999. Fazy wzrostu i wiek kulminacji bieżącego i przeciętnego przyrostu wysokości dębu szypułkowego. *Sylwan* 143 (5): 5-11.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Dudzińska M., Wirowski M. 2002. Wzrost wysokości buka pospolitego (*Fagus sylvatica* L.). *Sylwan* 146 (9): 19-27.
- Brzeziecki B. 2000. Strategie życiowe drzew leśnych. *Sylwan* 144 (8): 5-14.
- Gniot M. 1991. Próba wyodrębnienia i charakterystyki niedocenianych w praktyce działań gospodarczych zmierzających do przebudowy względnie urozmaicenia gatunkowego monokultur sosnowych na przykładzie Nadleśnictwa Różanna. Maszynopis. Praca dyplomowa. Kurs z zakresu Ochrony Środowiska, Przyrody i Lasu SITLiD.
- Gniot M. 2007. Sukcesja dębu w drzewostanach sosnowych. *Sylwan* 151 (5): 60-72.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Kowalski M. 1992. Ecological Succession in Polish Forests. *Fol. For. Pol.* 34: 5-18.
- Kowalski M. 1993a. O sukcesji ekologicznej w lasach Jasionia. *Sylwan* 136 (9): 37-46.
- Kowalski M. 1993b. Skład gatunkowy lasów na tle zmian klimatu. *Pr. Inst. Bad. Leśn.* 15: 210-220.
- Magnuski K., Jaszczak R. 1993. Ocena wzrostu i jakości różnych gatunków drzew pod okapem przebudowywanego starodrzewiu sosnowego. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leśn. PTPN* 76: 79-83.
- Magnuski K., Ważyński B., Żółciak E. 1968. Analiza rozwoju podrostu bukowego i dębowego jako podstawa do planowania przebudowy litych drzewostanów sosnowych. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leśn. PTPN* 25: 135-157.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Miś R. 1982. Wydajność drzewostanów mieszanych złożonych z sosny i dębu na siedlisku lasu mieszanego. *Pr. Kom. Nauk Rol. i Leśn. PTPN* 54: 107-115.
- Mosandl R., Kleinert A. 1998. Development of oaks emerged from bird-dispersed seeds under old-grown pine stands. *For. Ecol. and Manag.* 106: 35-44.
- Nowak G. 2003. Ocena stanu ilościowego i jakościowego oraz tendencje rozwojowe dębu bezszypułkowego (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) pod okapem drzewostanów sosnowych na różnych siedliskach w Wielkopolskim PN. Maszynopis. Praca doktorska. AR Poznań.
- Paluch R. 2007. Możliwość i celowość wykorzystania ekspansji dębu w drzewostanach sosnowych do realizacji celów hodowlanych. *Idee Ekologiczne Tom 16. Hodowla dębów w Polsce.* Sorus, Poznań.

- Paluch R. 2012. Dolne warstwy dębów (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Liebl.) w drzewostanach sosnowych w północno-wschodniej Polsce – występowanie, wzrost, rozwój i gospodarcze wykorzystanie. Prace IBL. Rozprawy i Monografie 18.
- Pantić D., Banković M., Obradović S. 2011. Some characteristics of the stagnation stage in the development of silver fir (*Abies alba* Mill.) trees in selection forests in Serbia. Turk. J. Agric. For. 35: 367-378.
- Pewniak B. 2013. Wartość hodowlana podrostów dębowych w przebudowie drzewostanów sosnowych. Maszynopis. Praca doktorska. SGGW, Warszawa.
- Pigan I., Pigan M. 1999. Naturalne odnowienie dębu szypułkowego w drzewostanach sosnowych. Sylwan 143 (9): 23-30.
- Sokołowski A. W. 1994. Wpływ zmian sukcesyjnych zachodzących w zbiorowiskach leśnych północno-wschodniej Polski na ich różnorodność biologiczną. Sylwan 138 (10): 23-27.
- Sokołowski A. W., Kliczkowska A., Grzyb M. 1997. Metodyka określania fitosocjologicznych jednostek wchodzących w zakres siedliskowych typów lasu. Not. Nauk. Inst. Bad. Leśn. 1 (41).
- Sokołowski A. W., Paluch R. 2003. Ekspansja dębu w drzewostanach sosnowych. Las Polski 1: 22-23.
- Żybura H. 1982. Tempo wzrostu wysokości odnowień podokapowych świerka w północno-wschodniej części Polski. Sylwan 126 (1/3): 7-17.