

ELŻBIETA DMYTERKO

Rola pędów sylleptycznych w kształtowaniu ugałęzienia korony olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.)

The role of sylleptic shoots in shaping the black alder (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.) crown architecture

ABSTRACT

Black alder is a species capable of producing sylleptic shoots. This process is also detected in alders at older age. The objective of this work is to characterise sylleptic shoots and to determine the role they play in the formation of crown branching. The empirical material used in the experiment was collected in the north and south of Poland and considers both young and old trees.

KEY WORDS

sylleptic shoots, typical shoots, crown, black alder

Wstęp

Olsza czarna charakteryzuje się specyficznymi właściwościami ekologicznymi i wzrostowymi, do których należą:

- duże wymagania troficzne i wilgotnościowe,
- duża odporność na niską temperaturę powietrza,
- duże wymagania świetlne,
- wiązanie azotu z powietrza atmosferycznego (Schaeede 1967, Akkermans 1978, Dijk van 1978),
- skłonność do tworzenia dużej ilości odrośli,
- występowanie nasion w szyszczkach – ewenement u liściastych gatunków drzew,
- wytwarzanie względnie dużej liczby, długo żyjących pąków śpiących, co związane jest z silną skłonnością do wykształcania korony wtórnej (Roloff 2001),
- monopodialny typ wzrostu, a więc przedłużanie się osi pnia i gałęzi z pąka szczytowego (Roloff 1989),
- przechodzenie w bardzo wczesnym wieku kulminacji bieżącego przyrostu wysokości (Bruchwald i in. 2001).

Interesującą właściwością olszy czarnej jest również jej zdolność do wytwarzania pędów sylleptycznych (Dmyterko, Bruchwald 2000, Roloff 1989). Celem niniejszej pracy jest charakterystyka tych pędów wraz z oceną ich roli w kształtowaniu ugałęzienia korony omawianego gatunku drzewa.

ELŻBIETA DMYTERKO

Zakład Urządzania i Monitoringu Lasu
Instytut Badawczy Leśnictwa
ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3
00-973 Warszawa
E.Domyterko@ibles.waw.pl

Materiał badawczy i zakres metodyki badań

Do scharakteryzowania rozwoju ugałęzienia w koronie młodych drzew zebrano materiał empiryczny w nadleśnictwach: Chojnów

(28 drzew próbnych) i Rajgród (30 drzew próbnych). Były to 6-8 letnie młodniki powstałe w sposób naturalny (Chojnów) i sztuczny (Rajgród). Średnia ich wysokość wynosiła około 5-6 m. Pomiary na powierzchni 1 (Chojnów) przeprowadzono dla dwóch sezonów: 1999 i 2000, natomiast dla powierzchni 2 (Rajgród) wykonano retrospektywną analizę dla sezonów od 1993 do 1999.

W celu przeprowadzenia analizy ugałęzienia korony dojrzałych olsz zebrano materiał empiryczny w następujących nadleśnictwach, położonych w trzech regionach:

- region N – nadl. Białobrzegi i Płaska (84 drzewa próbne),
- region S1 – nadl. Niepołomice i Pińczów (73 drzewa próbne),
- region S2 – nadl. Chrzanów i Katowice (70 drzew próbnych).

Drzewostany olszy czarnej pochodziły z odnowienia naturalnego i sztucznego. Ich wiek kształtował się od 19 do 92 lat, najstarsze drzewa miały 110 lat. Przeciętna pierśnica drzewostanu wahała się od 7,6 do 44,8 cm, a średnia wysokość od 8,7 do 31,2 m. Bonitacja poszczególnych drzewostanów, określona modelem wzrostu (Dudzińska, Wirowski 2002), wynosiła od 12,2 do 32,2 m.

Po ścięciu każdego drzewa próbnego, zarówno młodego, jak i starego, pobrano kilkuletni pęd główny i poddano go analizie. Wykonano na nim następujące pomiary i obserwacje:

- pomiar długość kilku (najczęściej 5) ostatnich rocznych przyrostów,
- ustalenie liczby międzywęźli, z których składał się pęd główny,
- ustalenie liczby pędów bocznych, z podziałem na pędy typowe i syleptyczne,
- pomiar długości pędów bocznych na dwóch ostatnich przyrostach wysokości,
- określenie usytuowania w poszczególnych węzłach żywych lub suchych pędów bocznych,
- określenie położenia w poszczególnych węzłach żywych lub suchych pąków.

Wyniki badań

Pęd syleptyczny jest pędem bocznym powstałym w wyniku rozgałęziania się tegorocznego pędu głównego. Nie wykształca się z pąka, który zimował, nie przechodzi zatem zewnętrznie widocznego stadium pąka. Pęd syleptyczny może rozgałęziać się w sezonie, w którym wyrósł, a wówczas powstaje pęd syleptyczny II rzędu.

Na wyrosłym w sezonie wegetacyjnym pędzie głównym wyróżnić można węzły, w których znajdują się pąki oraz wyrastają liście. Liczba międzywęźli (odcinki pędów między węzłami) jest dodatkowo skorelowana z długością pędu, na najdłuższych pędach głównych przekracza 20 [Dmyterko 2002].

W niektórych węzłach pędu głównego, zwłaszcza środkowych, powstają pędy syleptyczne. W węzłach górnych wyrosłe pąki przechodzą zimową fazę spoczynku, po której w przyszłym sezonie wegetacyjnym wykształcą się typowe pędy boczne. Pąki usytuowane u podstawy pędu głównego pozostaną w stanie wieloletniego uśpienia.

Młoda olsza wytwarza bardzo długie pędy główne. Na powierzchni 1, w sezonie 2000 (8 rok życia drzew) ich średnia długość wynosiła 64 cm, z zakresem wahań od 3 do 141 cm, a w sezonie 1999 odpowiednio 98 cm, z wahaniami od 45 do 117 cm. Na powierzchni 2 w sezonie 1999 (7 rok życia drzew) średnia długość pędu wynosiła 107 cm, z zakresem wahań od 81 do 139 cm. Nieco krótsze pędy wyrosły w sezonie 1998, ponieważ średnia jest równa 95 cm, a wahania kształtowały się od 51 do 123 cm. Najdłuższe pędy wyrosły w sezonie 1997, ze średnią 124 cm i wahaniami od 47 do 165 cm.

Większość analizowanych drzew młodej olszy wytworzyła pędy syleptyczne. Na powierzchni 1 w sezonie 2000 na jednym pędzie głównym powstało średnio 6 pędów, a w sezonie 1999 – 11 pędów. Najwięcej było ich 16. Dużą liczbę pędów syleptycznych stwierdzono na powierzchni 2, na jednym pędzie głównym średnio 10 pędów w sezonie 1999 oraz 9 pędów w sezonie 1998. Zakres wahań liczby tych pędów wyniósł od 0 do 18. Zaobserwowano także rozgałęzianie się niektórych pędów syleptycznych, a więc powstanie pędów syleptycznych II rzędu. Występowały one na najdłuższych pędach syleptycznych I rzędu.

Między liczbą pędów syleptycznych pędu głównego i długością tego pędu stwierdzono istotny związek. Jego moc oceniona współczynnikiem korelacji dla danych z powierzchni 1 w sezonie 2000 wyniosła $r=0,817$, a w sezonie 1999 $r=0,462$. Dość silny okazał się związek tych cech dla powierzchni 2, ponieważ dla sezonu 1999 otrzymano współczynnik korelacji $r=0,743$, a dla sezonu 1998 $r=0,622$. Z analizy wynika, że dłuższe pędy główne mają większą liczbę pędów syleptycznych.

Z pąków, znajdujących się w górnej części pędu głównego, wykształcają się w następnym sezonie vegetacyjnym typowe pędy boczne. Analiza procesu śmiertelności pędów bocznych wykazała zmniejszanie się ich liczby już na 3-letnim pędzie. W pierwszej kolejności uschły pędy syleptyczne, w ostatniej natomiast typowe pędy, wyrosłe w najwyższej położonych węzłach. Na 5-letnim pędzie głównym nie stwierdzono pędów syleptycznych, a ugałęzienie boczne było bardzo skąpe, niekiedy składało się z jednego typowego pędu, znajdującego się w górnym węźle.

Badania nad rozwojem pędów syleptycznych przeprowadzono również na dojrzałych olszach. Przyjęto, że są to drzewa, które przebyły kulminację przeciętnej przyrostu wysokości, występującej u olszy średnio w wieku 20 lat [Bruchwald i in. 2001].

Długość pędu głównego dojrzałych olsz jest cechą bardzo zmienną. Na powierzchniach z regionu N wahała się od 1 do 91 cm, ze średnią 25,7 cm. Odchylenie standardowe cechy wynosiło 18,8 cm, a współczynnik zmienności 73,3%. Długość pędu na powierzchniach S1 zmieniała się od 1 do 71 cm, średnia wyniosła 19,2 cm, odchylenie standardowe 12,2 cm, a współczynnik zmienności 63,5%, natomiast na powierzchniach S2 dane wynosiły odpowiednio: od 1 do 102 cm, średnia 25,3 cm, odchylenie standardowe 15,2 cm, a współczynnik zmienności 60,2%.

Długość pędu zależy od wieku drzewa. Starsze drzewa miały przeciętnie krótsze pędy. Współczynnik korelacji, oceniający moc tego związku, wynosi dla regionu N $r=-0,643$, dla regionu S1 $r=-0,451$, a dla S2 $r=-0,322$.

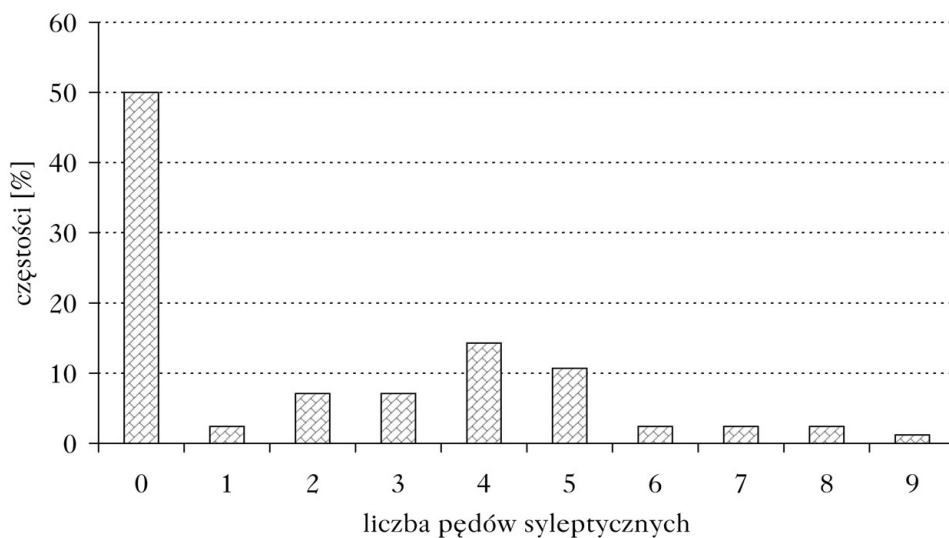
Połowa mierzonych pędów głównych, wyrosłych w regionie N w 1999 roku, posiadała pędy syleptyczne. Średnia ich liczba wyniosła 2,1, z zakresem wahań 0 do 9, odchyleniem standardowym 2,5 i współczynnikiem zmienności 118%. Jedną z przyczyn bardzo dużej zmienności liczby pędów syleptycznych jest jej dość skomplikowany rozkład (ryc. 1). Duży udział (50%) stanowi bowiem klasa drzew bez pędów syleptycznych, a następnie klasy z liczbą pędów 4 i 5, o częstości wynoszącej odpowiednio 14,3 i 10,7%.

W regionie S1 pędy syleptyczne powstały na 54,8% pędów głównych, wyrosłych w roku 2000. Średnia liczba pędów syleptycznych wyniosła 1,4, z zakresem wahań od 0 do 5, odchyleniem standardowym 1,7 i współczynnikiem zmienności 118%. Duży udział (50,7%) stanowiła klasa bez pędów syleptycznych, a następnie klasa z 2 pędami, o częstości 15,1% (ryc. 2a).

W regionie S2 pędy syleptyczne powstały na 48,6% mierzonych pędów głównych, wyrosłych w roku 2001. Średnia liczba pędów syleptycznych wyniosła 1,5, z zakresem wahań od 0 do 7, odchyleniem standardowym 1,9 i współczynnikiem zmienności 125%. Rozkład liczby

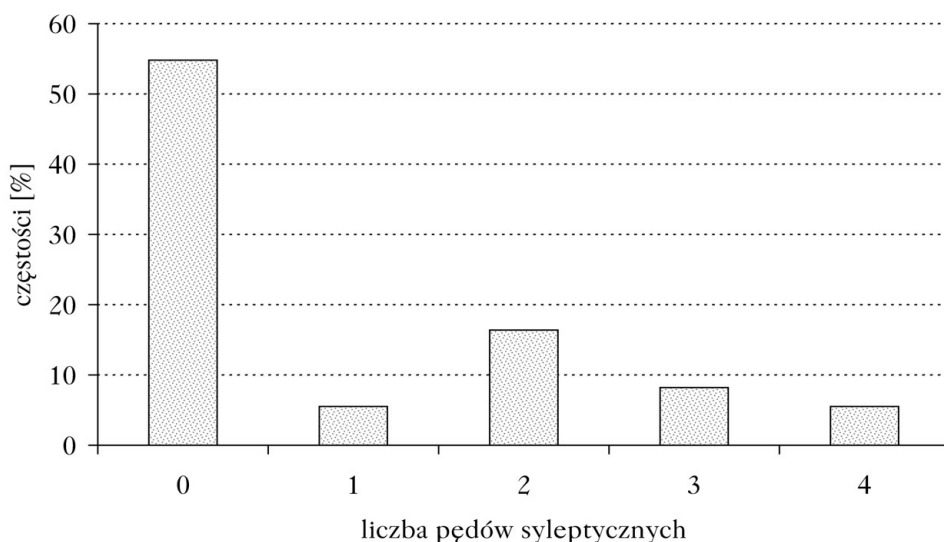
pędów syleptycznych dla regionu S2 jest podobny do rozkładu z innych regionów. Duży udział (51,4%) stanowi klasa bez pędów syleptycznych, a następnie klasa z 3 pędami, o częstotliwości 12,9% (ryc. 2b).

Liczba pędów syleptycznych również zależy od wieku drzewa. Współczynnik korelacji, oceniający moc tego związku, wynosi dla regionu N $r=-0,599$, dla regionu S1 $r=-0,620$, a dla regionu S2 $r=-0,390$.



Ryc. 1.

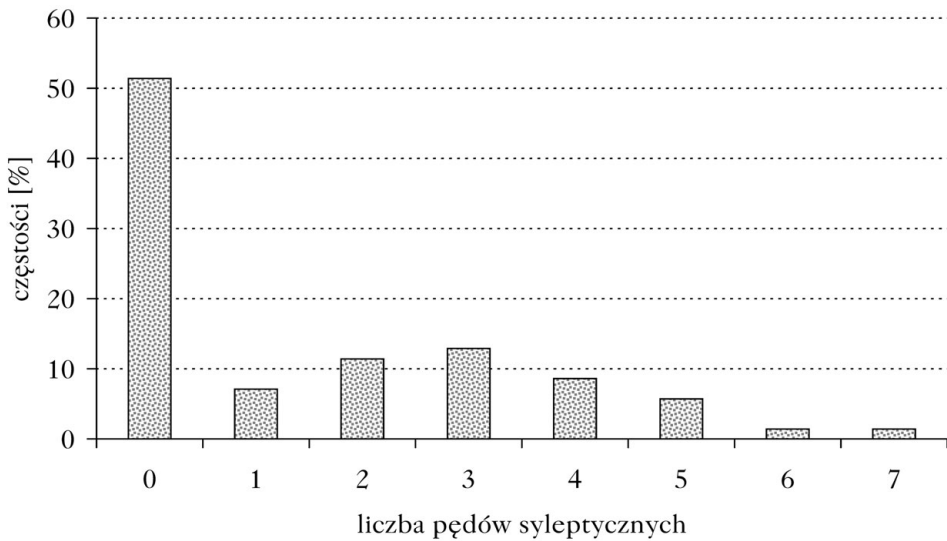
Rozkład liczby pędów syleptycznych pędu głównego w regionie N
Distribution of syleptic shoots on the main shoot in the N region



Ryc. 2a.

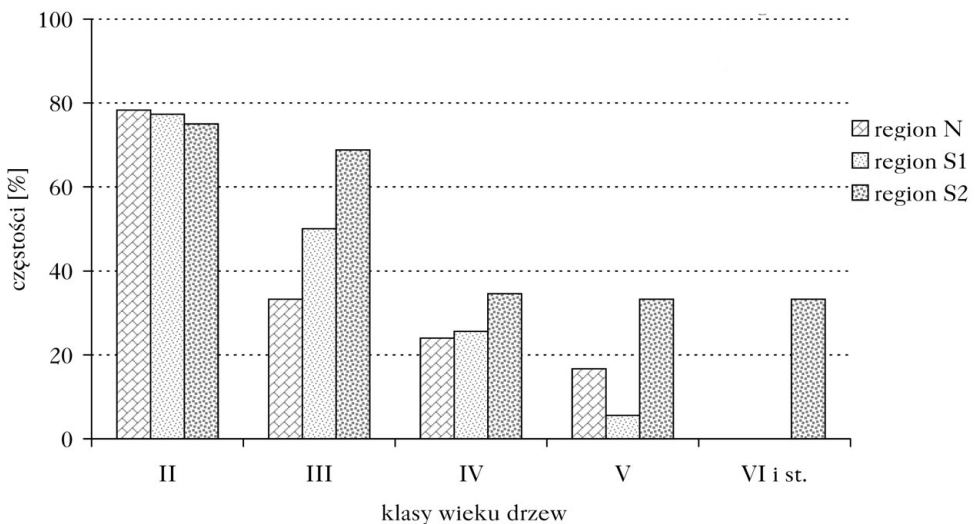
Rozkład liczby pędów syleptycznych pędu głównego w regionie S1
Distribution of syleptic shoots on the main shoot in the S1 region

Interesująco kształtuje się udział drzew z pędami syleptycznymi w poszczególnych klasach wieku. Zarówno dla północy kraju (N), jak i południa (S1 i S2) obniża się on wraz z wiekiem drzew (ryc. 3). Jeszcze silniejszy związek stwierdzono między liczbą pędów syleptycznych i długością pędu – współczynnik korelacji dla regionu N wynosi $r=0,785$, dla regionu S1 $r=0,776$, a dla S2 $r=0,747$. Związek ten charakteryzuje to, że na krótkich pędach głównych (1-10 cm) pędy syleptyczne z reguły nie wyrastają. Stwierdza się je natomiast już na pędach o długości



Ryc. 2b.

Rozkład liczby pędów syleptycznych pędu głównego w regionie S2
Distribution of syleptic shoots on the main shoot in the S2 region



Ryc. 3.

Udział pędów głównych z pędami syleptycznymi w klasach wieku drzew
Share of main shoots with syleptic shoots in tree age classes

11-20 cm, w mniejszym udziale w regionie N (19%), w większym w regionie S2 (24%) i największym w S1 (43%). Udział ten osiąga 100%, gdy pęd jest dłuższy niż 60 cm w regionie N, niż 40 cm w regionie S2 i 30 cm w regionie S1 (ryc. 4).

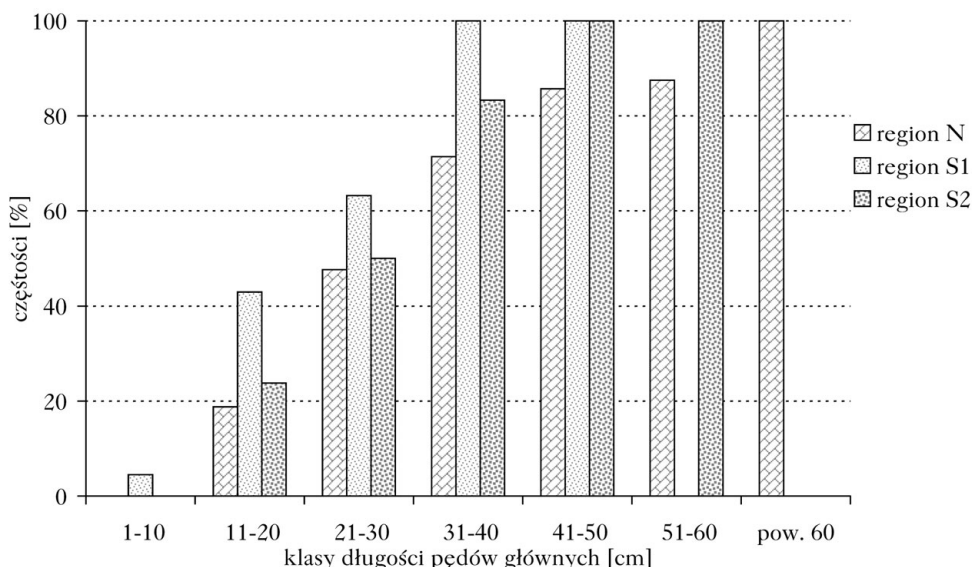
U dojrzałej olszy wyróżnić można dwa modele ugałęzienia 2-letniego pędu głównego. Model pierwszy dotyczy przypadku, gdy na rocznym pędzie głównym wytworzyły się pędy syleptyczne. Ugałęzienie 2-letniego pędu składa się wówczas z typowych pędów wyrosłych w górnych węzłach, pędów syleptycznych i ich przedłużeń w węzłach środkowych oraz pąków w dolnych węzłach. Model drugi 2-letniego pędu wykształcił się z rocznego pędu głównego, bez ugałęzienia syleptycznego. Występują na nim tylko typowe pędy, w dolnych węzłach natomiast pąki śpiące.

Przedmiotem zainteresowań w niniejszej pracy jest model pierwszy, z pędami syleptycznymi. Podobnie jak dla młodych olsz stwierdzono, że najsilniejszymi pędami bocznymi są typowe pędy, wyrosłe w górnych węzłach. W zachodzącym procesie śmiertelności pędów w pierwszej kolejności usychają pędy syleptyczne. Potwierdza to empiryczne prawdopodobieństwo usychania pędów bocznych w poszczególnych węzłach pędu głównego, obliczone z ostatniego 5-letniego okresu (ryc. 5); 5-letnie pędy główne charakteryzują się bardzo ubogim ugałęzieniem. Często pozostaje na nich jeden pęd boczny w górnym węźle, a niekiedy pędy główne są pozbawione ugałęzienia.

Należy dodać, że pędy syleptyczne obserwowano na olszach, wysianych w szkółkach. Stwierdzono je również na gałęziach, wyrosłych na pniu z pąków śpiących (tzw. wilkach) oraz na odrosłach z pni, po ściętych drzewach.

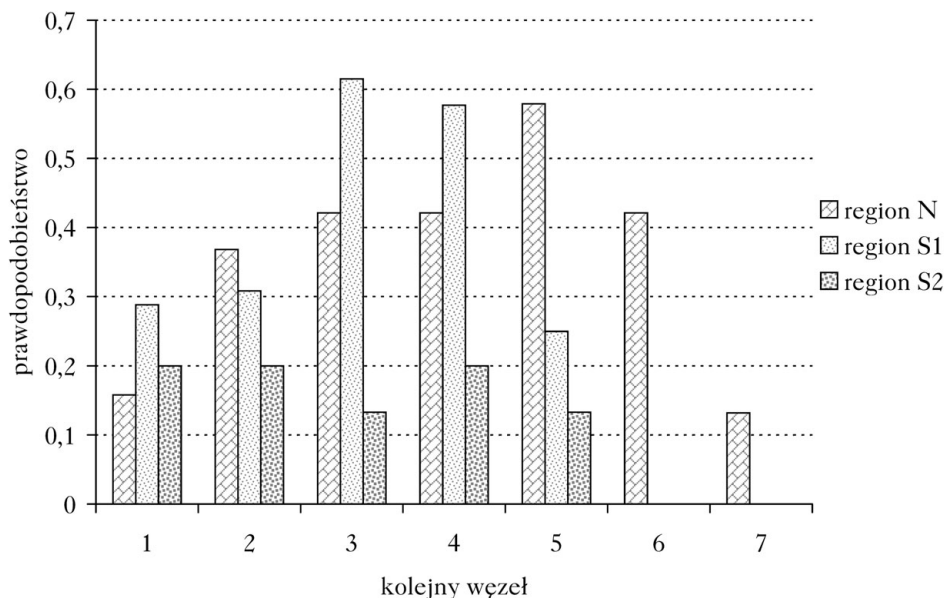
Podsumowanie i wnioski

W kształtowaniu się ugałęzienia korony olszy czarnej ważną rolę odgrywają pędy syleptyczne. Na młodych drzewach wyrastają prawie na każdym pędzie głównym, w środkowych jego



Ryc. 4.

Udział pędów głównych z pędami syleptycznymi w klasach długości pędów głównych
Share of main shoots with syleptic shoots in the shoot length classes



Ryc. 5.

Prawdopodobieństwo uschnięcia pędu bocznego lub pąka w poszczególnych węzłach pędu głównego
Likelihood of desiccation of lateral shoots or buds in individual nodes of the main shoot

węzłach. Ich liczba dochodząca do 25 jest dodatnio skorelowana z długością pędu głównego. Niektóre z tych pędów, zwykle najdłuższe, rozgałęziają się, tworząc pędy syleptyczne II rzędu.

W górnych węzłach pędu głównego wyrastają typowe pędy boczne z pąków, które przeżyły zimową fazę spoczynku. W procesie śmiertelności pędów pozostają one najdłużej na pędzie głównym. W pierwszej kolejności usychają natomiast pędy syleptyczne.

U dojrzałych olsz (powyżej 20 lat) obserwuje się z wiekiem zmniejszanie długości pędów głównych. Z procesem tym powiązana jest liczba drzew, na których pędy syleptyczne nie wyrastają. W drzewostanach 20-40-letnich udział olsz z pędami syleptycznymi wynosi około 75% i maleje do około 20% w drzewostanach 80-100-letnich. Tak duża liczba drzew z pędami syleptycznymi w starym wieku jest specyficzną właściwością olszy. Liczba pędów syleptycznych, powiązana jest z długością pędu głównego – na dłuższych pędach wyrasta więcej pędów syleptycznych.

Z badań wynika, że pędy syleptyczne wyrastają na każdym drzewie po przekroczeniu określonej długości pędu głównego. Na północy kraju powyżej 60 cm, na południu zaś powyżej 30-40 cm. Pędy syleptyczne nie wyrastają, gdy długość pędu głównego jest krótsza od 15 cm.

Pędy syleptyczne u dojrzałych olsz usychają po upływie krótkiego okresu. Proces ten zaobserwować można już na 3-letnim pędzie głównym. Na pędach 5-letnich występują zwykle pędy typowe, wyrosłe w górnych węzłach. Ich liczba wynosi 1-3, najkrótsze z nich najczęściej nie mają pędów bocznych.

O ugałzieniu korony, a ściślej o jej szkielecie, decydują typowe pędy znajdujące się w górnych węzłach.

Jaką rolę odgrywają zatem pędy syleptyczne w kształtowaniu ugałzienia korony. Odpowiedź można ująć stwierdzeniem: pędy syleptyczne wypełniają przestrzeń wokół długich pędów głównych, powiększając w istotny sposób aparat asymilacyjny drzewa.

Uzyskane wyniki badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Młoda olsza wytwarza bardzo dużą liczbę pędów sylleptycznych. Wyrastają one na większości drzew. Koreluje to ze zdolnością olszy do wykształcania długich pędów głównych w młodym wieku drzewa, a więc z dużą szybkością wzrostu.
2. Wytwarzanie długich pędów głównych z pędami sylleptycznymi daje drzewu większą szansę przeżycia w zachodzącym procesie konkurencji wewnątrzgatunkowej.
3. Zdolność olszy do wytwarzania pędów sylleptycznych można uznać za kryterium jej żywotności. Wykazano, że pędy sylleptyczne wyrastają również w późnym wieku drzewa. Stwarza to możliwość praktycznego wykorzystania tej właściwości w ocenie stopnia vitalności olszy.

Literatura:

- Akkermans A. D. L. 1978. Root nodule symbioses in non-leguminous N₂-fixing plants. W: Dommergues Y. R., Krupa S. Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Devel. in Agricul and Manag.- Forest Ecology 4:335-372.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Dudzińska M., Wirowski M. 2001. Analiza faz wzrostu wysokości olszy czarnej (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.). Sylwan 1: 5-11.
- Dijk van C. 1978. Spore formation and andophyte diversity in root nodules of *Alnus glutinosa* L. Vill. New Phytol. 81: 601-615.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2000. Rozwój korony brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* ROTH.). Sylwan 1: 11-17.
- Dmyterko E. 2002. Opracowanie metody oceny uszkodzenia drzewostanów olszowych i brzożowych na podstawie stanu rozwoju koron drzew. Spr. nauk. IBL. Maszynopis w Zakładzie Urządzenia i Monitoringu Lasu, Warszawa.
- Dudzińska M., Wirowski M. 2002. Budowa modelu wzrostu dla drzewostanów olszowych. Model wzrostu olszy. Spr. nauk. IBL. Maszynopis w Zakładzie Urządzenia i Monitoringu Lasu IBL. Warszawa.
- Roloff A. 1989. Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Frankfurt am Main.
- Roloff A. 2001. Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.
- Schaede R. 1967. Symbiozy roślinne. PWRiL, Warszawa.

SUMMARY

The role of sylleptic shoots in shaping the black alder (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.) crown architecture

Sylleptic shoots play an important role in the formation of the black alder branching. On young trees they appear almost on every main shoot on central nodes. They can even amount to 25 and their number is positively correlated with the length of the main shoot (leader). Some shoots, usually the longest ones divide forming sylleptic shoots of the second order.

After the dormancy phase typical lateral shoots develop from buds in the upper nodes of the main shoot. In view of their mortality they are the longest living shoots on the leader. On the contrary, sylleptic shoots desiccate first.

The reduction of the shoot length in the mature (above 20 years) alders is associated with the age. This process is related to the number of trees on which sylleptic shoots do not develop. In the 20-40 year-old stands, the proportion of alders with sylleptic shoots amounts to 75% and declines to about 20% in the 80-100 year-old stands. Such a high number of trees with sylleptic shoots at older age is a specific feature of alder. The number of sylleptic shoots is associated with the length of the main shoot - longer main shoot produce more sylleptic shoots.

The studies demonstrate that sylleptic shoots develop on every tree whose main shoots exceed some specified length. In the north of the country the length is above 60 cm, in the

south – above 30-40 cm. Sylleptic shoots do not form when the length of the main shoot is shorter than 15 cm.

Sylleptic shoots in mature alders desiccate after a short period of time. This can occur already on 3-year-old main shoots. 5-year-old main shoots usually develop typical shoots in the upper nodes. Their number equals 1-3, and the shortest shoots frequently have no lateral shoots.

Typical shoots formed in the upper nodes decide about the branching of crowns or more precisely crown architecture. What is the role of sylleptic shoots in the shaping of crown architecture? Sylleptic shoots fill the space around long main shoots considerably enlarging the assimilation apparatus of a tree.

The obtained results allow to formulate the following statements:

1. Young alder produces a great number of sylleptic shoots. They develop on most trees. This is associated with the ability of alder to produce long main shoots in the young age which means the fast growth rate.
2. The long main shoots with sylleptic shoots ensures that in view of intraspecific competition the likelihood of a tree to survive is greater.
3. The ability of alder to produce sylleptic shoots can be considered as the criterion of its vitality. It has been demonstrated that sylleptic shoots also develop in the older age of a tree. It creates possibility to use this ability in the assessment of alder vitality.