

STEFFAN BIAŁOBOK *

ZMIENNOŚĆ CECH MORFOLOGICZNYCH I FIZJOLOGICZNYCH W ZALEŻNOŚCI OD ŚRODOWISKA

Rozmieszczenie geograficzne. Zasadnicze typy zmienności. Zmienność cech morfologicznych i anatomicznych. Podziały systematyczne sosny zwyczajnej. Zmienność klinowa czy ekotypowa. Badania proveniencyjne. Tak zwane ekotypy fotoperiodyczne.

Spośród naszych lasotwórczych gatunków drzew, *Pinus silvestris* L. Scharakteryzuje się na obszarze Eurazji najszerszym arealem występowania. Sięga ona bowiem szerokim pasem od Hiszpanii prawie po Morze Ochockie. Na tak znacznym obszarze zajmuje w zasięgu zwartym, jak też na stanowiskach wyspowych, siedliska w nader różnorodnych warunkach klimatycznych, od tundry do klimatu śródziemnomorskiego. Występuje też na glebach powstałych ze skał różnorodnych formacji geologicznych, o różnym stopniu nawilgocenia — od suchych piasków do gleb bagiennych. W górach osiąga znaczne wysokości, gdzie zajmuje najczęściej stanowiska na pływającej lub mało żyznej glebie.

Dane te świadczą o niezwykle szerokiej skali ekologicznej gatunku i jego wielkiej zdolności przystosowawczej. W związku z tym sosna zwyczajna była od dawna obiektem badań zmienności cech morfologicznych, jak również właściwości fizjologicznych, a w szczególności tych, które posiadają istotne znaczenie przystosowawcze. Również właściwości użytkowe, jak intensywność wzrostu, produkcja masy w różnych typach siedlisk, jak też wartość technologiczna drewna czy produkcja żywicy są również w obrębie populacji znacznie zróżnicowane.

ROZMIESZCZENIE GEOGRAFICZNE

Ustalenie granic geograficznego zasięgu sosny zwyczajnej stanowiło od dawna temat zainteresowań botaników, leśników i dendrologów. Nie było to zadanie łatwe do zrealizowania, ponieważ sztuczne uprawy się-

* Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie Polskiej Akademii Nauk, Kórnik.

gają często poza obszar naturalnego jej występowania. Również dla wielu krajów Europy środkowej i wschodniej, jak też centralnej i wschodniej Azji zostały wydane dopiero po ostatniej wojnie dokładne opracowania florystyczne, bez których usiłowania sporządzenia syntetycznej mapy rozmieszczenia sosny zwyczajnej nie mogły być zrealizowane.

Z nowszych osiągnięć zmierzających do ustalenia granic zasięgu geograficznego tego gatunku na obszarze Eurazji należałoby wymienić następujące opracowania: Novak (1953), Maliew (1949), Meusel (1943), Meusel, Jöger i Weinert (1965), Perring i Walters (1962), Prawdin (1964), Schmucker (1942), Szafer (1949) i Zajączkowski (1936). Granice zasięgu sosny w tych opracowaniach różnią się między sobą szczególnie w przypadku ustalenia stanowisk wyspowych, jak też występowania tego gatunku w Azji. Z dotychczasowych opracowań zasięgu sosny zwyczajnej na szczególną uwagę zasługuje mapa jej rozmieszczenia wykonana przez Critchfielda i Little (1966), oparta na danych zaczerpniętych z literatury, jak też na materiałach dostarczonych przez licznych specjalistów, którym autorzy przesłali robocze mapy do korekty.

Zasięg tego gatunku jest w zasadzie charakterystycznie zwarty i obejmuje, jak widać z mapy zamieszczonej na rysunku 1, obszar od południowej Francji po prawie 35° długości geogr. wschodniej w ZSRR, osiągając w Norwegii $70^{\circ}20'$ szerokości północnej. Następnie około 60° długości geogr. wschodniej przekracza Ural i poprzez gubernię Tomską, gdzie na glebach piaszczystych tworzy rozległe bory, ciągnie się wąskim pasmem aż do prawie 130° długości geogr. wschodniej. Na Syberii zwarty zasięg nie przekracza kręgu polarnego, a poza nieznacznym cyplem w Jakuckiej ASRR nie przekracza też 65° szerokości geogr. północnej.

Południowa granica zasięgu sosny zwyczajnej jest bardziej urozmaicona jak północna, a wyspowe jej stanowiska sięgają daleko na południe. Zwarty zasięg tego gatunku w Europie sięga od południowo-wschodniej Francji, północnych Włoch, północno-zachodniej Jugosławii, środkowej Słowacji i północnej Ukrainy. Od Urалу zwarty jej zasięg na południu ustalił się w południowej części Niziny Zachodniosyberyjskiej, a następnie na podgórzu gór Sajańskich, zaś na wschód od jeziora Bajkał osiąga 50° szerokości geogr. północnej.

Na obwodzie tego wielkiego zasięgu występują liczne stanowiska wyspowe jak np. w Pirenejach, środkowej i wschodniej Hiszpanii (Sweet 1964), gdzie osiąga najdalej na południe wysunięte stanowisko (37° szerokości północnej). Następnie stanowiska wyspowe sosny zwyczajnej znajdują się w Szkocji, południowo-wschodniej Francji, północnych Włoszech, na Półwyspie Bałkańskim, w Turcji i na Kaukazie, w Rumunii, południowej Ukrainie, środkowej europejskiej części ZSRR,



północnym Kazachstanie, w górach Altaju i Sajanu, we wschodniej i środkowej Jakuckiej ASRR, w górach Wielki Chingan i Mały Chingan w Chińskiej Republice Ludowej w Chabarowskim Kraju oraz w pobliżu ujścia rzeki Ob, a nieliczne stanowiska sięgają poza krąg polarny. W środkowej europejskiej części ZSRR widoczne są znaczne przerwy w zasięgu tego gatunku spowodowane przez różnorodne bariery ekologiczne.

Zasięg pionowy sosny zwyczajnej uzależniony jest od położenia geograficznego i warunków klimatycznych osiągając w Hiszpanii według Novaka (1953) — 2100 m n.p.m., w Alpach Szwajcarskich 1800—1950 m n.p.m., w Tatrach do 1570 m n.p.m., w Wogezach 1200 m n.p.m., w Norwegii północnej 940 m n.p.m., na półwyspie Kola 250 m n.p.m., a w Altaju według Maljewa (1949) do 800—1000 m n.p.m.

ZASADNICZE TYPY ZMIENNOŚCI

Sosna zwyczajna jest niełatwym obiektem badań zmienności różnych cech ze względu na: 1) rozległy zasięg, 2) szeroką skalę ekologiczną gatunku, 3) bogatą skalę zmienności cech morfologicznych i fizjologicznych, jak też po części 4) znaczną ingerencję człowieka w jej rozprzestrzenienie. Z tych powodów badania w tym zakresie są słabo rozwinięte.

Zmienność różnych cech morfologicznych i fizjologicznych roślin w obrębie populacji jest wynikiem działania mutacji, rekombinacji genetycznej i modyfikującemu wpływowi środowiska. Szczególnie w tak rozległym obszarze występowania jaki zajmuje sosna zwyczajna działanie różnych czynników na proces zróżnicowania się populacji trwał poprzez różne okresy geologiczne. Stąd też wynika, że nasilenie tempa procesu zmienności w obszarze tego zasięgu gatunku było niejednolite.

W badaniach zmienności mogą być wykorzystane bardzo różnorodne cechy lub grupy cech. Wybór ich jest ściśle uzależniony od kierunku badań i stanowi czynność dla jakości wyników jak najbardziej istotną.

Ożywioną dyskusję wywołuje zagadnienie typu zmienności populacji sosny. Langlet (1936, 1959, 1962, 1963) i Callahan (1962) wykazują w przypadku sosny istnienie zmienności klinowej czyli ciągłej w ujęciu Huxleya, natomiast Wright i Baldwin (1957) oraz Wright i Bull (1963) wskazują na istnienie zmienności ekotypowej w swoim rozumieniu.

Wyraźne przykłady istnienia zmienności klinowej przedstawił Langlet (1936) u sosny zwyczajnej na przykładzie zawartości chlorofilu, długości igieł oraz odporności i szybkości rozwoju pędów na wiosnę. Stebbins (1958) podkreśla też, że zmienność ekotypowa została stwierdzona prawie u wszystkich gatunków roślin o szerokim zasięgu. Zakwalifikowanie typu zmienności populacji gatunku do klinowej lub

ekotypowej może być niekiedy wynikiem stosowanej metody badawczej i zależne będzie od częstości pobierania próbek materiału roślinnego w terenie. Stebbins (1958) w podsumowaniu tych rozważań podkreśla: „zarówno u roślin jak i zwierząt wiele gatunków można podzielić na rasy lub grupy typów genetycznych, które przystosowały się do różnych warunków ekologicznych występujących w różnych częściach zasięgów i że jednostki te są oddzielone od siebie przez częściowe nieciągłości w układzie zmienności. Ponadto wiele gatunków o szerokim zasięgu wykazuje znaczną zmienność ekotypową; to jest bezpośrednio przystosowawczą zmienność genetyczną, której ciągły charakter umożliwia rozpoznanie odrębnych ekotypów”.

Różni autorzy dzielą gatunek *Pinus silvestris* na szereg podgatunków i w związku z czym interesująca jest wypowiedź Stebbinsa na ten temat: „Stosunek klinów do podgatunków zależy od charakteru klinów. Jeśli są one ciągłe na długich przestrzeniach i jeśli krańcowe typy mają względnie ograniczone rozmieszczenia jak np. kliny u *Pinus silvestris*, wtedy nie mogą tworzyć podstawy klasyfikacji. A jeśli szereg klinów przebiega równoległe i są one częściowo nieciągłe, ze stromymi gradientami na niektórych obszarach a umiarkowanym lub stałym poziomem na innych, wtedy różne płaszczyzny zmienności w cechach tworzących kliny mogą częściowo stanowić podstawę wyodrębnienia ras lokalnych lub podgatunków. Są to kliny międzygrupowe Huxley'a”.

Gregor (wg Stebbinsa 1958) na podstawie swych badań nad rośliną zielną *Plantago maritima* ustalił istnienie dwu typów zmienności klinowej: a) topokliny — podobne do klinów geograficznych a charakteryzujące zmienność cech morfologicznych — ilościowych, b) ekokliny, które są związane z wystąpieniem na ograniczonym obszarze wyraźnego zróżnicowania pod wpływem siedliska cech dziedzicznie ustalonych. Krańcowe populacje ciągu ekoklinów tworzą ekotypy edaficzne (Stebbins 1958).

Turesson (1922) określa ekotyp jako ekologiczną jednostkę powstałą w wyniku reakcji genotypowej. Stwierdzenie określonej właściwości populacji drzew powstałej na skutek nagłej zmiany w reakcji środowiska byłoby możliwe, gdyby warunki otoczenia były na tyle odrębne od reprezentowanych w obszarze zwartego zasięgu, że spowodowałyby wyraźną przystosowawczą reakcję populacji w tym obszarze. Ekotypy sosny zwyczajnej mogłyby wystąpić w warunkach oderwanych stanowisk położonych w siedliskach silnie zróżnicowanych pod względem warunków klimatycznych i glebowych.

Już z tego krótkiego przeglądu typów zmienności roślin widoczna jest znikoma ilość badań dotyczących zmienności drzew. Badania w zakresie przedstawionych typów zmienności rozwinęły się szerzej jedynie na przykładzie sosny zwyczajnej. Ze względu na trudny model badawczy jaki stanowią drzewa i mały stopień zbadania typu zmienności różnych

cech (sosny zwyczajnej, nie istnieje zgodność poglądów, czy w obrębie tego gatunku istnieje zmienność klinowa, czy ekotypowa.

Często termin ekotyp używany jest niesłusznie w stosunku do niektórych „form” drzew leśnych charakteryzujących się różnymi cechami morfologicznymi, np. kwiatostanów, owoców, liści, kory itp., które prawdopodobnie nie posiadają charakteru przystawawczego więc nie określają ekotypu.

Niektórzy autorzy charakteryzując pokrój sosen uważają, że kształt korony można zakwalifikować jako cechę zmieniającą się nieciagle. Nie wiemy jednak jak dalece wpływa na tę cechę środowisko, a w jakim stopniu właściwości genetyczne. Wiadomo jest bowiem, że cecha wąskich koron sosen zwyczajnych w różnych częściach Europy może być spowodowana różnymi niezależnymi od siebie przyczynami (R u b n e r 1959). Te populacje, które najczęściej nazywane są przez niektórych ekotypami, np. sosna mazurska, ryska, augustowska, bolewicka, białowieska, janowska można by określić jako rasy lub rasy lokalne S c h o t t (1904), S c h o t t (1907), R u b n e r (1959), W i e d e m a n n (1930), P r z y b y l s k i (1966). Posiadają one ugruntowaną ewolucyjnie odrębność genetyczną, utrzymującą się w typie pomimo wpływu populacji sosny zwyczajnej sąsiednich obszarów.

Sosna zwyczajna charakteryzuje się również bogatą zmiennością cech morfologicznych w obrębie różnych organów, co stanowiło podstawę wielu podziałów na jednostki systematyczne niższe od gatunku.

ZMIENNOŚĆ CECH MORFOLOGICZNYCH I ANATOMICZNYCH

Sosnę zwyczajną cechuje znaczna zmienność różnych cech morfologicznych. Badacze tego zagadnienia starali się ustalić korelację między zmiennością różnych cech a położeniem geograficznym badanej populacji. Zwrócę uwagę jedynie na niektóre tylko cechy morfologiczne mające bardziej wyraźne zależności od rozmieszczenia geograficznego tego gatunku. Wiele cech morfologicznych uzależnionych od położenia geograficznego badanej populacji podał i scharakteryzował też w swym referacie W. Ż e l a w s k i (str. 33—94), wobec czego pomijam te dane w tym opracowaniu.

Na bardzo wyraźną zależność długości igieł od szerokości geograficznej zwrócili uwagę następujący badacze: S c h o t t (1904 i 1907), D e n g l e r (1908), S c h o t t e (1910 i 1914), S y l v e n (1916), S o k o ł o w s k i (1931), Z a j ą c z k o w s k i (1949) i P r a w d i n (1964). Stwierdzili oni, że sosny z północy i stanowisk wysokogórskich posiadają igły znacznie krótsze jak z obszarów południowych. Igły sosen północnych w stosunku do brandenburskich są od $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ krótsze (M a y e r — wg D e n g l e r a 1908). Według S c h o t t a (1904—1907) igły z sosen północnych mierzą

31 mm długości, a środkowoeuropejskich 62 mm. Cieslar (1887) podaje, że stosunek długości igieł z tych pochodzeń jest jak 51 : 68 mm, a Sokołowski (1931) stwierdza, że największą długość mają igły sosen poleskich i wołyńskich. Skala zmienności długości igieł sosen w Polsce różnych pochodzeń waha się od 108 mm — 25 mm. Żelawski i Niwiński (1966) oraz Żelawski i Gowin (1966) badali zmienność igliwia sosny zwyczajnej pochodzącej z nadl. Dłużek, Spała i Nowy Targ. Najkrótsze igły posiadała proveniencja z Nowego Targu. Z badań Denglera wynika, że średnia długość igieł sosen brandenburskich wynosi 41,3 mm, fińskich — 31,2 mm, a norweskich — 29,6 mm. Prawdin (1964) wykazał, że w europejskiej i azjatyckiej części ZSRR można wydzielić rejony, w których przeważa sosna o długich igłach (średnio 60 mm). Zaliczyć tu można populacje sosen z Kaukazu, z borów zachodniego Kazachstanu, borów rejonu altajskiego do 50° szer. północnej, minusińskie bory, sośniny krajów bałtyckich i sosny zabajkalskie. Średniej długości igły (45—60 mm) posiadają populacje sosen zajmujące obszar między 50—62° szerokości północnej. Sosny o igliwiu krótkim (45—31 mm) rozmieszczone są na północy powyżej 62° szer. północnej (Półwysep Kola i Północna Syberia).

Nieco odmienny układ długości igieł w zależności od szerokości geograficznej stwierdzają Wright i Bull (1963). Najdłuższe igły posiadały proveniencje z centralnej Europy, a najkrótsze z północnej i południowej Europy (Hiszpania i Francja południowa). Podobnie jak zmniejszenie się długości igieł w kierunku południe-północ, obserwuje się to zjawisko porównując sosny rosnące w niższych położeniach górskich ku wyższym stanowiskom (Zajączkowski 1949).

Budowa i rozmiary szyszek sosny zwyczajnej stanowiły od dawna przedmiot badań wielu autorów. Do najbardziej interesujących w tej dziedzinie, ze względu na metodykę pracy i bogactwo materiału, należą badania Staszkiewicza (1961) i Prawdina (1964). Pierwszy z nich zastosował jednakową metodę zbioru materiału pochodzącego głównie ze środkowej i zachodniej Europy i opracował go statystycznie. Drugi badacz opracował bogaty materiał zebrany z europejskiej i azjatyckiej części ZSRR.

Rozmiary szyszek sosny na Niziu Polski (typ *polonica*) według Staszkiewicza podlegają niewielkim wahaniom (Sokołowski 1931) i wynoszą: długość 20—60 mm (najczęściej 30—42 mm), szerokość 12—28 mm. Szyszki z Tatr i Pienin były mniejsze od niżowych (Zajączkowski 1949) ale stosunkowo szersze niż na Niziu, natomiast szyszki z Kotliny Nowotarskiej różnią się od form niżowych i wysokogórskich większą długością i mniejszą szerokością. Szyszki sosny zwyczajnej z Francji, Szwajcarii i Szkocji i niektórych proveniencji z Czechosłowacji różnią się wyraźnie kształtem i wymiarami od szyszek z Niziu Polskiego (Staszkiewicz 1961). Autor ten znalazł też podobieństwo w kształcie

i rozmiarach szyszek sosen pochodzących z Niżu Polskiego z szyszkami z Korvanen w Finlandii i z Huzara w CSRS. Z danych tych widoczna jest zależność między pochodzeniem a budową i wymiarami szyszek. Na tę zależność zwrócił również uwagę Prawdin (1964). Na podstawie swych badań ustalił on, że w części północnej zasięgu sosny zwyczajnej w ZSRR występują szyszki mniejsze, jak też o mniejszej ilości łusek nasiennych niż w obszarach południowych.

Interesujące wzrastające średnie różnice w klasach długości szyszek stwierdził ten autor w europejskiej części ZSRR w następujących przedziałach szerokości geograficznej północnej: 48—52°, 52—56° i między 56—60°. W azjatyckiej części podobnych regularności nie stwierdzono.

PODZIAŁY SYSTEMATYCZNE SOSNY ZWYCZAJNEJ

Zagadnienie systematyki sosny zwyczajnej stanowiło mniej więcej od początku bieżącego stulecia przedmiot szerszych zainteresowań, co miało związek z rozwojem badań nad zmiennością cech morfologicznych i fizjologicznych w obrębie tego gatunku. Podstawę podziałów stanowiły cechy pokrojowe drzew, morfologia szyszek, kwiatów, badania anatomiczne igieł oraz wymagania ekologiczne różnych populacji w obrębie zasięgu gatunku.

Jedną z bardziej zasługujących na uwagę jest próba podziału *Pinus silvestris* L. na niższe od gatunku jednostki systematyczne zaproponowane przez Novaka (1953).

W Europie zachodniej i środkowej wyróżnia on 21 podgatunków (albo klimatypy — ekotypy) różniących się głównie kształtem korony, długością szyszek, budową szyszki, a szczególnie tarczki. Na Półwyspie Pirenejskim i we Francji południowej występują *Pinus silvestris nevadensis* Christ, *P. s. Bougetti* Flous i *P. s. aquitana* Schott. W Szkocji zaś występuje *P. s. scotica* Schott. Na półwyspie Skandynawskim na północy rośnie *P. s. lapponica* Gunnar Schotte, a bardziej na południe, w republikach przybałtyckich ZSRR i Pojezierzu Mazurskim występuje znana *P. s. rigensis* Asch. et Graeb. Na niżu i na południu Niemiec rośnie *P. s. hagenensis* Loudon, *P. s. borussica* Schott i *P. s. hercynica* Münch, a w Belgii i Holandii i zachodniej Francji *P. s. batava* Schott. *Pinus silvestris batava* jest to według Englera (za Novakiem 1953) sosna pruska, gdy tymczasem Wimmer (1924) przedstawia w swej pracy dowody, że jest to prawdopodobnie sosna zachodnioniemiecka, otrzymana z nasion przesłanych w końcu XVIII w. za pośrednictwem firmy nasiennej Darmstadt do Belgii i Holandii. W tych czasach były przesyłane do Francji za pośrednictwem tej firmy nasiona sławnej „Hagenauer Kiefer”. W Alpach w Jurze Szwajcarskiej i Czarnym Lesie występują *P. s. vindelica* Schott i *P. s. engadinensis* Heer. W Czechosłowacji występuje jeszcze

P. s. hercynica Münch (zachodnie Czechy), *P. s. bohemica* Šiman i *P. s. carpatica* Klika. W Polsce północnej i zachodniej rośnie *P. s. borussica* Schott, a w Tatrach, Pieninach, Kotlinie Nowotarsko-Orawskiej *P. s. carpatica* Klika i *P. s. sarmatica* Zap. *Pinus silvestris pannonica* Schott występuje na Węgrzech, a w Rumunii *P. s. rumunica* Svoboda.

We wschodniej części Półwyspu Bałkańskiego występuje *P. s. rhodopaea* Svoboda, a w zachodniej jej części *P. s. balcanica* Svoboda. W środkowej części ZSRR występuje *P. s. rossica* Svoboda, a na glebach wapiennych obszaru kurskiego i stepach donieckich rośnie *P. s. cretacea* Komarov. Jak bardzo to zagadnienie interesuje badaczy widoczne jest z prac Langleta (1959, 1962 i 1963) oraz Wrighta i Bulla (1963).

Na szczególne podkreślenie zasługują wyniki badań Staszkiwicz (1961) nad zmiennością szyszek sosny w różnych krajach europejskich. Można wyróżnić według tego autora na podstawie badań opartych o analizę biometryczną szyszek 6 ich typów, a mianowicie: *polonica*, *subcarpatica*, *meridionalis*, *scotica*, *suecica* i *lapponica*. W Polsce typ *polonica* występuje na Nizinie i terenach górskich. W Kotlinie Nowotarskiej rośnie typ *subcarpatica*, a od południa dociera do Tatr typ *meridionalis*. Wątpliwości budzi występowanie typu *suecica* w pobliżu Łeby, który może być rodzimy lub sztucznie wprowadzony przy wykorzystaniu sadzonek szwedzkiej sosny.

Zagadnieniu temu poświęcił Prawdin (1964) pracę, w której oprócz własnych propozycji systematycznych omawia też stanowisko innych autorów w tym zakresie. Dzieli on gatunek *Pinus silvestris* na pięć podgatunków:

I. *P. silvestris* subsp. *silvestris* L. występuje w Europie zachodniej, europejskiej części ZSRR na południe od 62° szer. geogr. północnej;

II. *P. silvestris* subsp. *hamata* Fomin występuje na Krymie i na Kaukazie;

III. *P. silvestris* subsp. *lapponica* Fries występuje na północ od 62° szer. geogr. północnej w Europie i Azji;

IV. *P. silvestris* subsp. *sibirica* Ledebour występuje w azjatyckiej części ZSRR między 52—62° szer. geogr. północnej;

V. *P. silvestris* subsp. *kulundensis* Sukaczew zajmuje stepowe tereny w azjatyckiej części ZSRR na południe od 52° szer. geogr. północnej.

Podgatunki te dzieli z kolei na klimatyczne ekotypy, ekotypy edaficzne, wyróżnia też w odrębnych grupach formy koron drzew, charakter kory, barwy kwiatów, szyszek i kolor nasion.

Prawdin wyróżnia następujące ekotypy klimatyczne sosny zwyczajnej w europejskiej części ZSRR, co nas szczególnie interesuje ze względu na zróżnicowanie właściwości ekologicznych, a mianowicie: a) północno-zachodni (leningradzko-kaliński), b) centralnorosyjski (kazańsko-gorkijski i centralny), c) małoruski, d) południoworosyjski, e) zachodni, f) baszkirsko-tatarski, g) południowo-zachodni, h) wyspowych

borów w obszarze południowo-stepowym, i) wyspowych borów w stepach zawołżańskich.

Prawdopodobnie ze względu na mało zbadaną zmienność cech morfologicznych sosny w azjatyckiej części ZSRR Prawdin nie proponuje podziału tej populacji sosny na ekotypy klimatyczne ani edaficzne. W całości układ ten jest znacznie przeładowany drobnymi jednostkami systematycznymi i ekologicznymi. Cenne dla znajomości sosny zwyczajnej jest wyróżnienie podgatunków w Azji i określenie ich zasięgów geograficznych.

Jak widać z tych danych sosna zwyczajna charakteryzuje się w obrębie zasięgu tak znaczną zmiennością swych cech morfologicznych i fizjologicznych, że istnieje niekiedy trudność jaką rangę systematyczną nadawać różnym wyróżniającym się populacjom. Stąd prawdopodobnie tak wiele grup jednostek systematycznych proponują niektórzy badacze.

Na podstawie wyników badań własnych Wright i Baldwin (1957) wykazali analogię między dawno ustalonymi podgatunkami sosny zwyczajnej a wydzielonymi przez siebie ekotypami np. *Pinus silvestris* L. var. *silvestris* występuje w Polsce, Niemczech, Czechosłowacji i Węgrzech, *P. s.* var. *lapponica* Hartmann w północnej Skandynawii, *P. s.* var. *scotica* Willd w Szkocji, *P. s.* var. *rigensis* Loudon w Estońskiej i Łotewskiej SRR oraz *P. s.* var. *haguensis* Loudon w Belgii. Ostatni ekotyp sosny pochodzi z południowo-zachodnich Niemiec i jest tylko w Belgii szerzej uprawiany.

Już z tego krótkiego i niepełnego przeglądu różnych jednostek systematycznych, które mają charakteryzować skalę zmienności wewnątrzgatunkowej, wynika jak trudne jest ustalenie pojęć dla niższych jednostek systematycznych w obrębie tego gatunku. Na skutek wieloletniej uprawy sosny zwyczajnej, w pewnych krajach rozpowszechnia się nadal i bada obce proveniencje, a nie rodzime, stąd też otrzymujemy niekiedy zniekształcony obraz jej zmienności w obszarze jej rozmieszczenia.

Z tych powodów konieczne jest prowadzenie badań systematycznych nad sosną zwyczajną w oparciu o analizę biometryczną materiału zebranego ze starych drzew, o wyniki doświadczeń proveniencyjnych oraz dokładną znajomość historii drzewostanów stanowiących obiekt zainteresowań.

ZMIENNOŚĆ KLINOWA CZY EKOTYPOWA

Nie wydaje się łatwe ustalenie cech morfologicznych i fizjologicznych sosny zwyczajnej, na podstawie których byłoby możliwe wydzielenie jednostek geograficzno-ekologicznych. W badaniach tego typu nie zawsze autorzy stosowali jasno sprecyzowane kryteria. Z tych też powodów badania Langleta (1936) są wzorcowe dla tak trudnego modelu

badawczego jakim są drzewa. Z badań tych wynika, że decydującym czynnikiem mającym wpływ na zmienność różnych cech stanowią warunki klimatyczne, które z północy na południe zmieniają się stopniowo. L a n g l e t (1936) wykazał statystycznie zależność między zawartością suchej masy siewek sosny określonego pochodzenia, która jest funkcją z jednej strony geograficznej szerokości położenia proveniencji rodzimej, a z drugiej strony długości wegetacji, jeśli ten ostatni czynnik wyrażany jest przez liczbę dni w roku z normalną średnią temperaturą $\geq +6^{\circ}\text{C}$. Z badań tego autora wynikało też, że sosny pochodzeń północnych charakteryzują się w jesieni i zimą wysoką zawartością suchej masy, cukru, substancji ekstrahowanych eterem naftowym jak też katalazy i azotu ogólnego. W badaniach tych L a n g l e t (1936) zebrał głównie proveniencje sosny pochodzące ze Szwecji, a tylko nieliczne proveniencje pochodziły ze środkowej i zachodniej Europy.

Własne dowody dotyczące klinowej zmienności niektórych cech przystosowawczych porównał też L a n g l e t z wypowiedziami innych badaczy na ten temat. Klasyczny badacz tego zagadnienia V i l m o r i n (za L a n g l e t e m 1963), stwierdził na podstawie badań 30 proveniencji sosny zwyczajnej, że zmienność niektórych ich cech tworzy „łańcuch nieprzerwanego obniżania się” między dwoma krańcowymi proveniencjami. Podobną opinię dotyczącą kierunku zmienności sosny w Europie wypowiedzieli C i e s l a r (1887) oraz E n g l e r (1908). C i e s l a r (1899) wypowiada następujące doniosłe twierdzenia na temat zmienności sosny zwyczajnej: „W obrębie gatunków, jak też wewnątrz uznanych na podstawie cech morfologicznych odmian, istnieją odmiany fizjologiczne, których właściwości dziedziczne powstały w ciągu długiego okresu czasu, pod wpływem specyficznych wpływów środowiska. Sosny północnego pochodzenia (północnoszwedzkie, norweskie, fińskie, inflanckie) odróżniają się od środkowoeuropejskich dziedzicznymi właściwościami w takim stopniu, że obie mogą być uważane za fizjologiczne odmiany”. Znacznie szerzej ujmuje to zagadnienie E n g l e r (1908). Twierdzi on, że „Energia wzrostu młodych sosen zmniejsza się w miarę zwiększania się szerokości geograficznej tych miejscowości, z których pochodziły nasiona zebrane z matecznych drzewostanów”. I następnie: „Jeśli ująć razem to, co powiedzieliśmy o zmienności sosny, to przychodzimy w końcu do przekonania, że z południa ku północy i z niżu europejskiego ku górnej granicy lasu w Alpach występują dwie bardzo bliskie formy tego gatunku, tworzące ciągle szeregi, których początkowe człony z końcowymi są powiązane przez wielką liczbę pośrednich form. Północnoniemieckich sosen nie można na podstawie wyraźnych morfologicznych i fizjologicznych cech odróżnić od południowoszwedzkiej, jak również tę ostatnią od sosny lapońskiej. W tym przypadku sosny kurlandzkie i inflanckie są tylko klimatycznymi formami przejściowymi między mazurskimi i fińskimi. Obserwując sosnę z różnych obszarów Europy

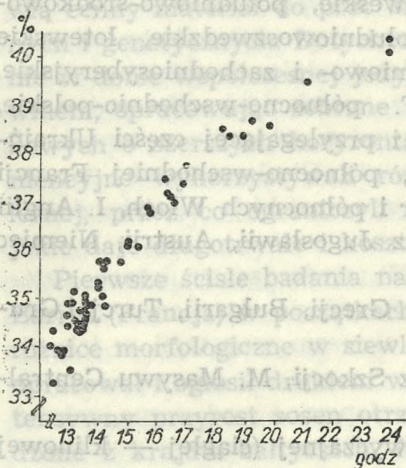
widzimy, że w obrębie tej samej cechy nie istnieją nigdzie ostre granice”.

Ciągłą zmienność sosny zwyczajnej wykazał również Langlet (1962, 1963) na podstawie dalszych badań opartych na liczniejszym jak poprzednio materiale roślinnym, który otrzymano z nasion zgromadzonych w 1938 r. przez IUFRO (Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych), a pochodzących z Europy zachodniej i środkowej oraz zachodniej części ZSRR. Zebrano nasiona 52 proveniencji, które pochodziły z różnych warunków klimatycznych i glebowych oraz z terenów położonych od 5—1570 m n.p.m.

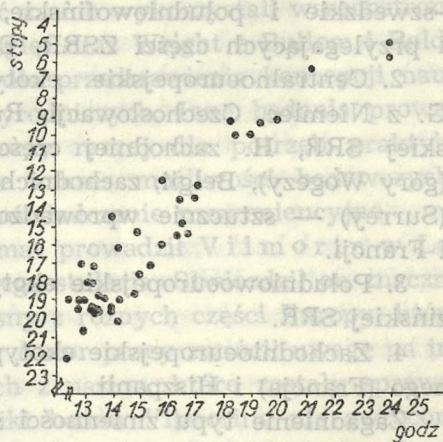
W badaniach tych Langlet (1962, 1963) wykazał istnienie zależności między zawartością suchej masy igieł 2—4-letnich siewek sosen a długością pierwszego dnia miejsca pochodzenia tych proveniencji, którego średnia temperatura wynosiła $+6^{\circ}\text{C}$.

Pomimo tak znacznego zróżnicowania warunków siedliskowych, z których pochodziły nasiona sosen do tego doświadczenia współczynnik korelacji dla wspomnianych zależności był bardzo wysoki i wynosił $R > 0,98$ (rys. 2).

Bliską wyżej omawianej zależności, ale negatywną korelację otrzymał Langlet (1962) między tą samą długością dnia a średnią wysokością 17-letnich sosen europejskich proveniencji (z doświadczenia IUFRO), które rosły w New Hampshire USA (rys. 3). Na podstawie tych ma-



Rys. 2. Zależność między suchą masą a długością pierwszego dnia w roku o średniej temperaturze $+6^{\circ}\text{C}$ obliczonej dla miejsc rodzimych proveniencji



Rys. 3. Zależność między średnią wysokością 17-letnich sosen 46 proveniencji w New Hampshire w stosunku do długości dnia

teriałów Wright i Bull (1963) wykazali istnienie zmienności ekotypowej u sosny zwyczajnej. Również w pracy uprzedniej Wright i Baldwin (1957) wykazują ekotypową zmienność sosny zwyczajnej.

badawczego jakim są drzewa. Z badań tych wynika, że decydującym czynnikiem mającym wpływ na zmienność różnych cech stanowią warunki klimatyczne, które z północy na południe zmieniają się stopniowo. Langlet (1936) wykazał statystycznie zależność między zawartością suchej masy siewek sosny określonego pochodzenia, która jest funkcją z jednej strony geograficznej szerokości położenia proveniencji rodzimej, a z drugiej strony długości wegetacji, jeśli ten ostatni czynnik wyrażany jest przez liczbę dni w roku z normalną średnią temperaturą $\geq +6^{\circ}\text{C}$. Z badań tego autora wynikało też, że sosny pochodzeń północnych charakteryzują się w jesieni i zimą wysoką zawartością suchej masy, cukru, substancji ekstrahowanych eterem naftowym jak też katalazy i azotu ogólnego. W badaniach tych Langlet (1936) zebrał głównie proveniencje sosny pochodzące ze Szwecji, a tylko nieliczne proveniencje pochodziły ze środkowej i zachodniej Europy.

Własne dowody dotyczące klinowej zmienności niektórych cech przystosowawczych porównał też Langlet z wypowiedziami innych badaczy na ten temat. Klasyczny badacz tego zagadnienia Vilmorin (za Langletem 1963), stwierdził na podstawie badań 30 proveniencji sosny zwyczajnej, że zmienność niektórych ich cech tworzy „łańcuch nieprzerwanego obniżania się” między dwoma krańcowymi proveniencjami. Podobną opinię dotyczącą kierunku zmienności sosny w Europie wypowiedzieli Cieslar (1887) oraz Engler (1908). Cieslar (1899) wypowiada następujące doniosłe twierdzenia na temat zmienności sosny zwyczajnej: „W obrębie gatunków, jak też wewnątrz uznanych na podstawie cech morfologicznych odmian, istnieją odmiany fizjologiczne, których właściwości dziedziczne powstały w ciągu długiego okresu czasu, pod wpływem specyficznych wpływów środowiska. Sosny północnego pochodzenia (północnoszwedzkie, norweskie, fińskie, inflanckie) odróżniają się od środkowoeuropejskich dziedzicznymi właściwościami w takim stopniu, że obie mogą być uważane za fizjologiczne odmiany”. Znacznie szerzej ujmuje to zagadnienie Engler (1908). Twierdzi on, że „Energia wzrostu młodych sosen zmniejsza się w miarę zwiększania się szerokości geograficznej tych miejscowości, z których pochodzą nasiona zebrane z matecznych drzewostanów”. I następnie: „Jeśli ująć razem to, co powiedzieliśmy o zmienności sosny, to przychodzimy w końcu do przekonania, że z południa ku północy i z niżu europejskiego ku górnej granicy lasu w Alpach występują dwie bardzo bliskie formy tego gatunku, tworzące ciągłe szeregi, których początkowe człony z końcowymi są powiązane przez wielką liczbę pośrednich form. Północnoniemieckich sosen nie można na podstawie wyraźnych morfologicznych i fizjologicznych cech odróżnić od południowoszwedzkiej, jak również tę ostatnią od sosny lapońskiej. W tym przypadku sosny kurlandzkie i inflanckie są tylko klimatycznymi formami przejściowymi między mazurskimi i fińskimi. Obserwując sosnę z różnych obszarów Europy

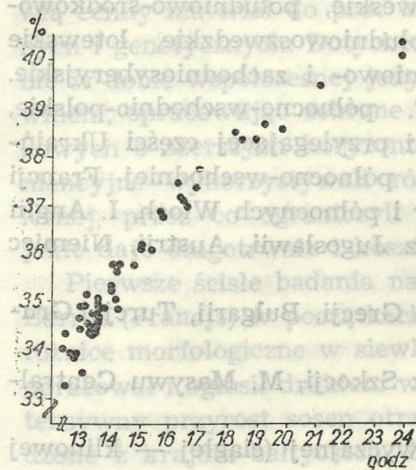
widzimy, że w obrębie tej samej cechy nie istnieją nigdzie ostre granice”.

Ciągłą zmienność sosny zwyczajnej wykazał również Langlet (1962, 1963) na podstawie dalszych badań opartych na liczniejszym jak poprzednio materiale roślinnym, który otrzymano z nasion zgromadzonych w 1938 r. przez IUFRO (Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych), a pochodzących z Europy zachodniej i środkowej oraz zachodniej części ZSRR. Zebrano nasiona 52 proveniencji, które pochodziły z różnych warunków klimatycznych i glebowych oraz z terenów położonych od 5—1570 m n.p.m.

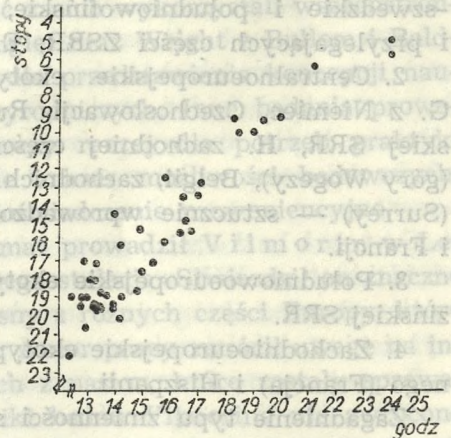
W badaniach tych Langlet (1962, 1963) wykazał istnienie zależności między zawartością suchej masy igieł 2—4-letnich sosen a długością pierwszego dnia miejsca pochodzenia tych proveniencji, którego średnia temperatura wynosiła $+6^{\circ}\text{C}$.

Pomimo tak znacznego zróżnicowania warunków siedliskowych, z których pochodziły nasiona sosen do tego doświadczenia współczynnik korelacji dla wspomnianych zależności był bardzo wysoki i wynosił $R > 0,98$ (rys. 2).

Bliską wyżej omawianej zależności, ale negatywną korelację otrzymał Langlet (1962) między tą samą długością dnia a średnią wysokością 17-letnich sosen europejskich proveniencji (z doświadczenia IUFRO), które rosły w New Hampshire USA (rys. 3). Na podstawie tych ma-



Rys. 2. Zależność między suchą masą a długością pierwszego dnia w roku o średniej temperaturze $+6^{\circ}\text{C}$ obliczonej dla miejsc rodzimych proveniencji



Rys. 3. Zależność między średnią wysokością 17-letnich sosen 46 proveniencji w New Hampshire w stosunku do długości dnia

teriałów Wright i Bull (1963) wykazali istnienie zmienności ekotypowej u sosny zwyczajnej. Również w pracy uprzedniej Wright i Baldwin (1957) wykazują ekotypową zmienność sosny zwyczajnej.

Z badań 1957 roku, na podstawie analizy wariancyjnej wynika, że wartości cech wskazują na istnienie różnic między niektórymi cechami i proveniencjami. Dotyczy to w pierwszym rzędzie wysokości drzew i procentu krzywych pni.

Dane Langleta (1962) dotyczące ciągłej zmienności cech sosny zwyczajnej Wright i Baldwin uważają za dyskusyjne i w konkluzji wyróżnia siedem następujących geograficznych ekotypów: północnoskandynawski, północno-środkowo-skandynawski, środkowoskandynawski, południowoskandynawski, łotewsko-estoński, niemiecko-polski, czechosłowacko-węgierski.

W następnej pracy Wright i Bull na podstawie 3-letnich badań młodych siewek z 122 proveniencji z obszaru Eurazji, stwierdzają, że zmienność cech posiada charakter nieciągły — ekotypowy na podstawie opracowanego przez siebie współczynnika niepodobieństwa, który wskazuje na istnienie nieciągłej zmienności. Ogólny kierunek zmienności cech adaptacyjnych u sosny w tych badaniach istniał z północy ku południowi, a w małej ilości przypadków tylko ze wschodu ku zachodowi.

Autorzy ci wyróżnili w wyniku dalszych badań ekotypy, które połączyli w następujące geograficzne grupy:

1. Skandynawsko-bałtyckie i syberyjskie, które z kolei dzielą się na ekotypy: A. północnofińskie i zachodniosyberyjskie, B. północno- i centralnoskandynawskie, C. południowonorweskie, południowo-środkowo-szwedzkie i południowofińskie, D. południowoszwedzkie, łotewskie i przylegających części ZSRR, E. południowo- i zachodniosyberyjskie.

2. Centralnoeuropejskie ekotypy: F. północno-wschodnio-polskie, G. z Niemiec, Czechosłowacji, Rumunii i przylegającej części Ukrainskiej SRR, H. zachodniej części NRF, północno-wschodniej Francji (góry Wogezy), Belgii, zachodnich Węgier i północnych Włoch, I. Anglii (Surrey) — sztucznie wprowadzona, J. z Jugosławii, Austrii, Niemiec i Francji.

3. Południwoeuropejskie ekotypy: K. Grecji, Bułgarii, Turcji i Gruzińskiej SRR.

4. Zachodnioeuropejskie ekotypy: L. z Szkocji, M. Masywu Centralnego (Francja) i Hiszpanii.

Zagadnienie typu zmienności sosny zwyczajnej (ciągłej — klinowej lub nieciągłej — (ekotypowej) wydaje się być bardzo istotne dla znajomości biologii tego drzewa. Jest to również bardzo ważne zagadnienie dla praktyki leśnej ze względu na możliwość przenoszenia nasion pewnych populacji o wysokich wartościach genetycznych do innych warunków siedliskowych. Dlatego też propozycja Wrighta i Bulla (1962) ustalająca granice zasięgu różnych ekotypów sosny zwyczajnej na podstawie 3-letnich doświadczeń musi budzić pewne obawy co do ich słuszności. W związku z czym wydaje się dość zasadniczą sprawą dobór cech, których wybór dla charakterystyki 3-letnich siewek jest dość

ograniczony. Młode siewki podlegają łatwo wpływowi nawet tak małej przestrzeni jaką stanowi teren szkółki, wobec czego pewne obserwowane przez autorów objawy lub cechy mogą nie być uwarunkowane dziedzicznie, ale były wynikiem interakcji z otoczeniem. Może też być sprawą dyskusyjną czy pewne zaobserwowane u roślin objawy, np. kolor igieł w jesieni, są wynikiem introdukcji roślin (wpływu obcych warunków życiowych na procesy w roślinie) czy też jej właściwości genetycznych. Tym bardziej godne zastanowienia wydają się te zastrzeżenia jeśli się zwróci uwagę na fakt łączenia przez autorów w jednych granicach ekotypu tak odrębnych pod względem ekologicznym i systematycznym proveniencji jak np. niżowa sosna w Polsce, w Czechosłowacji, południowo-wschodnich Karpatach (Rumunia) i południowo-zachodniej Ukrainie SRR.

BADANIA PROWENIENCYJNE

Zasadnicze dane dotyczące zmienności cech morfologicznych i fizjologicznych właściwości sosny zwyczajnej posiadamy dzięki badaniom proveniencyjnym, które zainicjowano już w początkach ubiegłego stulecia.

Badania te są niestety dotychczas mało wykorzystane, chociaż stanowią cenny materiał do prac biologicznych, fizjologicznych, systematycznych i genetycznych. Dotychczas część z nich wykorzystali wszechstronnie w dobie współczesnej jedynie Langlet oraz Wright z Bullem i Baldwinem, opracowując zebrane wyniki dla przedstawienia koncepcji naukowych o szerszych horyzontach przyrodniczych. Inne badania proveniencyjne wykorzystywali różni autorzy raczej dla potrzeb praktyki leśnej, przez co ograniczyli znacznie zakres możliwości badawczych, jakie daje długotrwałe i kosztowne doświadczenie proveniencyjne.

Pierwsze ścisłe badania na ten temat prowadził Vilmorin w Les Barres (Francja) w początkach ubiegłego stulecia. Stwierdził on znaczne różnice morfologiczne w siewkach sosny z różnych części Europy, które opracował i ogłosił drukiem w 1862 r. Autor pracy zwrócił uwagę na intensywny przyrost sosen otrzymanych z nasion, które zostały sprowadzone z krajów bałtyckich. Na wyniki badań Vilmorina nie zwrócono wówczas większej uwagi i interesująco pomyślane badania te poszły na długi okres czasu w zapomnienie. Pewne obserwacje dotyczące różnic między sosną importowaną a szwedzką w odporności na choroby i żywotności siewek podaje już w 1855 r. Palmcrantz. W Norwegii czyni podobne obserwacje Norman w 1862 r., a w Szkocji w 1865 r. Grigor. Obserwacje nad zachowaniem się sosen obcych pochodzeń w uprawach w Skandynawii poczyniono tak wcześnie ze względu na konieczność importu materiału siewnego z Niemiec (za Langletem 1963). Interesujące dla nas doświadczenia proveniencyjne, jak donosi Cieslar

(1887), nad sosną szwedzką i tyrolską wykonał w 1886 r. dyrektor szkoły leśnej we Lwowie Strzelecki. Stwierdził on mianowicie, że siewki sosen proveniencji szwedzkiej były mniejsze jak austriackiej, ale były bardziej odporne na osutkę jak środkowoeuropejskie. Sievers (1895) donosi też, że sosny pochodzące z doliny Renu i Menu tworzą krzywe pnie w Inflantach, podczas gdy rodzime rosną prosto. Około roku 1893 stwierdził też Tigerhielm, że nasiona sosny zwyczajnej z południowej Szwecji są mało przydatne w Norrland, a Gloersen (1882) twierdził, że nasiona sosny z Värmland i Närke (środkowa Szwecja) są mniej przydatne w Norwegii jak rodzime. W końcu XIX w. porównawcze badania proveniencyjne nad sosną w Rosji prowadził Turski (1878) używając do założenia plantacji nasion otrzymanych z Darmstadt i miejscowych. Znaczną odporność na *Lophodermium* sosen proveniencji szwedzkiej w porównaniu z niemieckimi stwierdził też Rostrup w doświadczeniach w Danii (za Langletem 1936).

Bardziej metodyczne badania nad proveniencjami sosny zwyczajnej, jak podaje Langlet (1936), rozwinęły się dopiero w końcu XIX w. i wykonane zostały głównie przez Kienitza (1879), Cieslara (1899) i Örtenblada (1898/1899). Cieslar (1899) porównywał kilka proveniencji sosny zwyczajnej z Dolnej Austrii i ze Szwecji w warunkach Mariabrunn. Stwierdził on, że średnie wysokości sosen rodzimych, waga gałęzi w stanie świeżym i pierśnica były większe u sosen rodzimych niż szwedzkich. Również średnie długości i grubości igieł sosen szwedzkich były mniejsze niż austriackich. Na podstawie dwunastoletnich badań stwierdza on nieprzydatność sosen proveniencji północnych dla uprawy w środkowej Europie. Cieslar dowodzi też, że odrębności sosen północnych od środkowoeuropejskich są dziedzicznie ugruntowane.

Örtenblad (za Langletem 1936) stwierdza w latach dziewięćdziesiątych XIX w. interesującą właściwość, że okres wzrostu proveniencji sosen, który jest uzgodniony z okresem wegetacji w ich ojczyźnie jest dziedzicznie uwarunkowany.

Szerzej zaprojektowane badania proveniencyjne nad sosną założył w 1899 r. Hollgren (za Langletem 1937) porównując różne cechy siewek otrzymane z nasion pochodzących z Niemiec, Finlandii, Norwegii, Szkocji i Szwecji. Po 3 latach najlepiej rozwinięte były siewki sosny szkockiej a następnie kolejno słabsze — szwedzkiej, norweskiej, fińskiej i niemieckiej.

W początkach XX w. rozwijają się intensywnie badania proveniencyjne w Europie. W szczególności należałoby wskazać na prace w tym kierunku prowadzone przez Cieslara (1887, 1899), Schotta (1907), Englera (1908), Denglera (1908), Schotte (1910, 1914, 1923), Wiedemanna (1930).

Schotte (1923) badał proveniencje sosny z 24 stanowisk położonych między $56^{\circ}50'$ i $64^{\circ}30'$ szer. geogr. północnej. Siewki zostały wysadzone w 13 miejscach leżących między $60^{\circ}45'$ i $67^{\circ}12'$ szer. geogr. północnej. Badacz ten zwrócił głównie uwagę na ilość osobników, które przeżyły pewien okres czasu, pokrój siewki, odporność na *Phacidium*. Dane tego doświadczenia potwierdziły, że przenoszenie nasion z północy na południe należy przeprowadzić z jak największą ostrożnością. Jednak można przenosić w celu odnowień nasiona sosny z południowej Szwecji na północ w przypadku np. słabego urodzaju nasion, byle jednak nie za daleko ze względu na możliwość uszkodzenia sadzonek przez mrozy.

W Rosji w latach dziesiątych XX w. Oginiński zakładał interesujące doświadczenia proveniencyjne, dla których otrzymywał nasiona z terenów wschodniej Polski i z części europejskiej Rosji z następujących gubernii: moskiewskiej, włodzimierskiej, orłowskiej, połockiej, permskiej, wiackiej, kijowskiej i tambowskiej. Szczególnie wysoką produkcją masy charakteryzowały się sosny pochodzące z łomżyńskiego, lubelskiego, kieleckiego i siedleckiego. Nie znalazłem jednak opracowań wyników z tych badań w literaturze.

W ZSRR rozwinięto badania proveniencyjne, wykorzystując rodzime materiały nasienne. Patłaj (1964) zamieszcza w swej pracy dane o doświadczeniach proveniencyjnych, dla których otrzymano nasiona z Ukraińskiej SRR i z innych republik, a założonych w Krasno-Trostjańskiej leśnej stacji doświadczalnej. Badania wykazały, że 29-letnie sosny ukraińskie były wyższe, posiadały grubsze pnie i wyższą produkcję masy, niż innych proveniencji europejskiej części ZSRR. Badania Patłaja opublikowane w 1965 r. charakteryzują wartości produkcyjne różnych proveniencji sosny wysadzonych w północnej części Ukraińskiej SRR. Wynika z nich też, że sosny pochodzące z północy znosiły dobrze okresy suszy, a z nich sosna bałtycka wyróżniała się swoją produktywnością. Cenną okazała się też sosna białoruska, która zbliżona jest charakterem wzrostu do proveniencji ukraińskiego Polesia. W doświadczeniach tych wyróżniły się proveniencje sosen pochodzących z centralnej europejskiej części ZSRR — z obwodu smoleńskiego, briańskiego, woroneskiego, kurskiego, sumskiego i z części obwodu połtawskiego i charkowskiego. Sosny te są wysoko produktywne, tworzą dobre, oczyszczające się pnie. Również sosny pochodzące ze średniego Powołża okazały się przydatne dla obszaru lasostępu i wschodniego Polesia.

W suchych obszarach Powołża i Ukrainy występują sosny typu stepowego o mniejszej produktywności, a z Krymu i Kaukazu (Armenii i Gruzji) są mało przydatne do warunków północnej części Ukraińskiej SRR. Sosny południowosyberyjskie, również charakteryzowały się słabym rozwojem w warunkach klimatycznych i glebowych Ukraińskiej SRR.

Metodyczne badania dotyczące wartości uprawowej różnych pro-

weniencji, możliwości ich przenoszenia oraz zmienności różnych cech zorganizowała dopiero w początkach XX w. (1907 r.) Międzynarodowa Unia Leśnych Organizacji Badawczych (IUFRO). Są to zagadnienia, które najlepiej są rozwiązywane przez organizacje międzynarodowe, zapewniony jest bowiem zbiór nasion z możliwie wielkiego obszaru Europy jak też podział ich między najbardziej odpowiedzialnych fachowców. Nasiona dla tego doświadczenia międzynarodowego reprezentowało 12 proveniencji, a mianowicie: ze Szkocji, Francji, Pojezierza Mazurskiego, (Guzianka), Belgii, Bawarii, Łotwy, Brandenburgii (Choryń), Rosji (Perm), Bułgarii, Szwecji i dwie proveniencje ze Słowacji. Uprawy doświadczalne założono w Niemczech (Choryń), Tharancie, w Hessji i w Bawarii, następnie w Belgii, Austrii, Węgrzech, Rosji i Szwecji. Pierwsze wyniki tego doświadczenia opracował W i e d e m a n n (1930). Niektóre cechy sosen pochodzących z nasion otrzymanych z Guzianki i Łotwy były w Tharancie i Choryniu podobne (wzrost wyrównany, proste pnie), podobnie zachowywała się sosna z Guzianki w Schiffenbergu. Jedynie w Holandii sosna z Guzianki źle rosła, co W i e d e m a n n (1930) tłumaczy przyczynami metodycznymi. Sosna z Chorynia cechowała się podobnymi wynikami uprawy jak z Pojezierza Mazurskiego. Podobnie zachowywała się sosna belgijska, którą cechował w Holandii regularny i prosty kształt pni. Natomiast sosna pochodząca z Nadrenii tworzyła grube krzywe pnie, ale pomimo małej ilości drzew na powierzchni, miała znaczną produkcję masy. Sosny pochodzące ze Szkocji i Francji charakteryzowały się krzywymi pniami, oraz słabą energią wzrostu. Sosna permska zaś pomimo słabych przyrostów cechowała się prostymi pniami. Podobną opinię o pokroju i cechach wzrostu sosen południowo-zachodnio-niemieckich po przeniesieniu ich do odrębnych warunków klimatycznych wypowiada też S c h o t t (1904).

W 20 lat później E r t e l d (1950) publikuje dalsze wyniki tego doświadczenia, które są podobne do ogłoszonych przez W i e d e m a n n a (1930). Najwyższą wysokością charakteryzuje się sosna mazurska i brandenburska, a mała energia wzrostu cechuje proveniencje sosny z Francji i Szkocji. Erteld zwraca też uwagę na znaczną wrażliwość na mrozy i choroby sosen południowych proveniencji, w przeciwieństwie do sosen pochodzących z północy.

Spśród starszych doświadczeń należy też podkreślić interesujące i dokładnie opracowane wyniki badań uprawy i zmienności cech morfologicznych sosen różnych proveniencji opisanych przez D e n g l e r a (1908). Nasiona pochodziły z Finlandii, Rosji, Norwegii i Niemiec. Najlepsze wyniki w produkcji masy osiągały sosny miejscowe z Chorynia.

W 1940 r. założono w Niemczech w leśnictwie Erkner i Finowtal doświadczenie proveniencyjne sosny o charakterze międzynarodowym. Nasiona pochodziły z następujących krajów: Polski (Ruciane, Rychtal, Brody Żarskie), Finlandii, Holandii, Łotewskiej SRR, NRD (Petkus), NRF

(Hanower i Wyżyna Meńska — Mainebene) oraz Rumunii. Największe wysokości w tym doświadczeniu osiągnęły sosny pochodzące z Pojezierza Mazurskiego, Wyżyny Meńskiej i Brandenburgii. Najwyższe wartości pierśnicy układały się w odwrotnej kolejności.

W 1936 r. uczestnicy kongresu IUFRO na Węgrzech zaproponowali ponowienie badań proveniencyjnych nad sosną zwyczajną, które miałyby dostarczyć znacznie więcej materiału do znajomości zmienności, produktywności itp. niż poprzednie. Wiele wiadomości o wartościach uprawowych sosen różnych proveniencji dają Wright i Baldwin (1957) na podstawie doświadczenia założonego w New Hampshire USA, do którego dostarczyła nasion IUFRO w 1938 r. Dane te dotyczą 17-letnich sosen 55 proveniencji, a wśród nich z Polski z nadl. Brody (woj. zielonogórskie), Rychtal i Bolewice (woj. poznańskie), Krutynia, Ruciane (woj. olsztyńskie) i Supraśl (woj. białostockie).

Sosny pochodzące z Łotewskiej i Estońskiej SRR odznaczają się w tym doświadczeniu średnim wzrostem ale korzystną formą pnia. Populacje belgijskie sosny rosną najintensywniej (6,9 m), a słabiej od niej pochodzące z Polski, Niemiec, Czechosłowacji i Węgier. Szczególnie słabo rosną sosny pochodzące ze Skandynawii (1,7—4,72 m). W doświadczeniu tym z sosen z terenu Polski intensywnie rosły pochodzące z nadl. Supraśl, Bolewice, Ruciane, Rychtal i Brodów Śląskich.

Do podobnych wniosków dochodzi L a c a z e (1964) na podstawie badań podobnych proveniencji, który stwierdza, że we Francji na badanych powierzchniach 22-letnich sosen wyróżniły się intensywnym wzrostem sosny z Krutynia, Brodów Żarskich i Lubomla, wobec czego autor uważa, że duże wartości dla upraw we Francji posiadają sosny rosnące na wschód od Wisły.

W latach 1936/37 Instytut Hodowli Drzew i Nasiennictwa w Eberswalde zainicjował badania proveniencyjne sosny zwyczajnej. Założono doświadczalne powierzchnie w 12 miejscowościach, z których 8 położonych jest w obecnych granicach NRF. Jedno z tych doświadczeń znajdujących się w Württembergii opracował T r o e e g e r (1960). Badania te są dla nas interesujące, ponieważ część proveniencji sosen pochodziło z obszaru Pojezierza Mazurskiego. Do sosen najwyższych w tym doświadczeniu zaliczyć należy proveniencje z Pojezierza Mazurskiego i zachodniej części Litewskiej SRR (średnio 5,0 m, a najwyższe 5,8 pochodziły z Wilczego Bagna), następnie z Pomorza (4,2—5,7 m) — nadl. Przechlewo i z Brandenburgii (4,4—5,3 m). Ponadto sosny z Pojezierza Mazurskiego charakteryzowały się prostymi pniami i były odporne na osutkę. Cienkimi gałęziami charakteryzują się proveniencje sosen dolnośląskich, (36%) i w mniejszym stopniu mazurskie (25%).

Również S c h m i d t (za T r o e e g e r e m 1960) stwierdza na podstawie swych badań największą wysokość sosen z woj. olsztyńskiego i sosen brandenburskich oraz szwarzwaldskich.

Cechy koron sosen mazurskich jak też ich wartości uprawowe zaobserwowane przez Schmidta pokrywają się z innymi opiniami na ten temat. W Polsce nie zostało założone doświadczenie proweniencyjne, organizowane przez IUFRO w 1938 r., gdyż na przeszkodzie stanęła ostatnia wojna, wobec czego, wyniki prac dotyczących tego doświadczenia są dla nas szczególnie interesujące. Po ostatniej wojnie rozpoczęto jednak szersze badania w tej dziedzinie. Józefaciuk (1964) badając zmienność pokroju sosny zwyczajnej w północno-wschodniej części Polski wyodrębniła dwa typy koron. a) wąsko koronowe, gdzie korona zajmuje około 13% wysokości drzewa i b) o koronie szerszej, w których korona zajmuje 16% wysokości drzewa. Drzewa o obu typach korony występują równocześnie w drzewostanach.

Również Kocięcki, Chmielewski i Janson (1964) badali zmienność wysokości i grubości siewek sosny zwyczajnej z północno-wschodniej Polski (7 proveniencji) i stwierdzili, że wysokość siewek może być wykorzystana jako kryterium jej zmienności. Wysokie wartości produkcyjne sosny Pojezierza Mazurskiego podkreślają również Stecki (1958) oraz Wilusz (1955) i Giertych (1965).

Badania proweniencyjne nad sosną zwyczajną wzbudzają szerokie zainteresowanie ze względu na możliwości badawcze zmienności różnych cech populacji szeregu pochodzeń, mają one również praktyczne znaczenie w leśnictwie.

W wielu krajach zachodniej Europy (Holandii, Belgii, Francji, Anglii) i Skandynawii, tradycja uprawy obcych proveniencji sosny zwyczajnej jest długotrwała i daje dotychczas najczęściej pozytywne rezultaty w produkcji drewna. Potrzeby wprowadzenia do uprawy obcych proveniencji w tych krajach spowodowane zostały od dawna znacznym wyniszczeniem rodzimych ras. W Polsce posiadamy dotychczas ujemne wyniki wprowadzenia do upraw leśnych nasion obcego pochodzenia. Dowodem na to są chociażby drzewostany sosnowe w wielu częściach Poznańskiego oraz w Zielonogórskim, które powstały z nasion otrzymanych z Niemiec.

Ze względu na potrzebę importu do Skandynawii nasion niektórych obcych gatunków drzew leśnych, poświęcono temu zagadnieniu szereg badań w tych krajach. Wspomnę tylko o niektórych, aby zarejestrować a nie rozwinąć i wyczerpać to zagadnienie. Łączy się ono ściśle z wynikami doświadczeń proweniencyjnych.

Dla określenia warunków klimatycznych w związku z przenieszeniem nasion sosny z południa na północ stosował Schotte (1923) średnią temperaturę okresu czerwiec—wrzesień jako charakterystyczną dla rozwoju roślin. Jego regiony klimatyczne ustalone zostały w oparciu o jednostopniowe izotermy. Przeniesienie nasion sosny proveniencji południowych na północ nie powinno przekraczać odległości wyznaczonej przez 3° szerokości geograficznej. Według Langleta (za LindQUI-

stem 1948) można przenosić nasiona sosny dla celów odnowień, w południowej Szwecji — 250 km na północ i 200 km na południe w przypadku terenu płaskiego, zaś w górzystym obszarze odpowiednio bliżej. W północnej Szwecji można przenosić nasiona sosny 150 km na północ i 200 km na południe, a w terenie górzystym możliwości przeniesienia nasion są znacznie mniejsze.

TAK ZWANE EKOTYPY FOTOPERIODYCZNE

W związku z badaniami proveniencyjnymi drzew leśnych zaznacza się potrzeba podkreślenia charakterystycznego dla rodzimego pochodzenia drzew dziedzicznie utrwalonego przystosowania do warunków fotoperiodycznych Karschon (1949), Vincent (1953), Vaartaja (1954, 1959, 1961), Giertych (1965), Bolland (1965). Trudno stwierdzić czy zmienność tej właściwości jest ciągła, czy ekotypowa i czy obecna nazwa tego zjawiska jest prawidłowa. Pojęcie to należy rozumieć jak podkreśla Vaartaja (1959) możliwie jak najbardziej ogólnie. Z podanych powodów ścisła definicja tych właściwości populacji drzew jest jeszcze trudna do ustalenia. Vaartaja (1954, 1959) uważa, że w obrębie gatunków drzew istnieją „ekotypy fotoperiodyczne”, które w czasie ewolucji dostosowały się do fotoklimatu i miejscowych warunków otoczenia. Jak wykazały badania nad sosną pochodzącą z Anglii i Finlandii należy przypuszczać, że dziedziczna fotoperiodyczna reakcja zmienia się od populacji do populacji, w zależności od fotoklimatu i właściwych mu czynników środowiska. Sylven (1940) (za Vaartaja 1954) ogłosił podstawy teorii tzw. fotoperiodycznych ekotypów na przykładzie badań *Populus tremula* L. Stwierdził on mianowicie, że potomstwo osiki północnej z Norrbotten rosnących na południu w Ekebo wydaje więcej karłowatych siewek jak miejscowa. Po skrzyżowaniu tych dwu osik otrzymuje się pośrednią ilość karłowatych siewek, co Vaartaja (1959) stara się wyjaśnić hamującym wpływem krótkiego dnia w Ekebo (maksimum 20 godzin) na osikę północną obszaru długiego dnia wynoszącego 24 godziny. Zjawisko to potwierdzałoby istnienie dwu ekotypów fotoperiodycznych, południowego i północnego.

Przeprowadzone eksperymenty z siewkami osiki w kontrolowanych warunkach długiego dnia na różnych szerokościach geograficznych potwierdzają również hipotezę istnienia ekotypów fotoperiodycznych. W związku z tymi badaniami Sylven (za Vaartaja 1959) przypuszcza, że *Populus tremula* w Szwecji jest homozygotyczna w stosunku do długiego dnia na północy jak również homozygotyczna na południu w stosunku do krótkiego dnia. W centralnej Szwecji cechuje osikę wysoka heterozygotyczność w stosunku do tej cechy. Zachowanie się potomstwa osiki z północy i południa sugeruje istnie-

nie dwóch hipotez w stosunku do tej właściwości roślin, mianowicie zmienności ekotypowej (Sylvén) lub ciągłej klinowej (Johnson 1956) — za Vaartaja (1959). Grehn 1952 (za Vaartaja 1959) nie jest skłonny tłumaczyć karłowatości siewek za pomocą teorii fotoperiodycznych ekotypów, ponieważ z związku z przystosowaniem siewek do długiego dnia nie występowała odporność na mrozy typowa dla drzew proveniencji z północy.

Interesujące badania tego zagadnienia podaje Karschon (1949) w przypadku *Pinus silvestris* ze Szwajcarii. Badał on reakcje fotoperiodyczne siewek sosny z różnych wysokości ponad poziomem morza. W wyniku licznych doświadczeń wykazano zależność między wzrostem siewek a pochodzeniem oraz sztucznie stworzonym fotoperiodem. Karschon ustalił też, że istnieje interakcja między potomstwem drzew z różnych elewacji nad poziomem morza a fotoperiodem, co nasuwa przypuszczenie istnienia ekotypów fotoperiodycznych. Do podobnych rezultatów dochodzą Wassink i Wiersma (1955) (za Vaartaja 1959) w wyniku badań siewek *Pinus silvestris* pochodzących ze Szwecji i Francji.

Z nowych badań tego zagadnienia należy zwrócić uwagę na pracę Giertycha (1965), który wskazał na istnienie ekotypów fotoperiodycznych na przykładzie *Pinus banksiana* Lamb. różnych pochodzeń. Ponadto wykazał, że proveniencje północne tej sosny są ściślej związane z lokalnym fotoperiodem jak południowe.

Zagadnienie ekotypów fotoperiodycznych jest szczególnie interesujące i posiada ścisły związek z badaniami proveniencyjnymi sosny zwyczajnej w granicach obszaru jej naturalnego występowania jak również ma znaczenie dla badań nad introdukcją obcych gatunków drzew.

Badania zmienności wewnątrzgatunkowej różnych cech sosny zwyczajnej na podstawie materiałów jakie dają nam doświadczenia proveniencyjne powinny być w pewnym rzędzie oparte o materiały roślinne zbierane według ujednoczonych zasad, które zapewniają otrzymanie reprezentatywnej próby. Opracowaniem takich zasad zajmują się obecnie organizacje międzynarodowe jak IUFRO. Konieczność opracowania tych przepisów wynika z niepewnych danych, jakie dawały starsze doświadczenia proveniencyjne, które powstały z materiałów roślinnych zbieranych różnymi metodami i nie zawsze z pewnych co do pochodzenia drzewostanów.

Z przeglądu wyników prac nad zmiennością cech morfologicznych jak też osiągnięć badań systematycznych i wielu informacji dla praktycznego leśnictwa otrzymanych w wyniku doświadczeń proveniencyjnych, widzimy bardzo nierównomierny ich stan rozwoju. Stanowczo za mało są rozwinięte badania nad zmiennością różnych cech morfologicznych, które stanowią podstawę do ustalenia jednostek systematycznych niższego rzędu od gatunku. Zbyt słabo zbadane są te cechy drzew róż-

nych populacji w obrębie zasięgu tego gatunku, które mają znaczenie w hodowli lasu, np. kształt koron, typy ugałęzienia itp.

Badania nad zmiennością cech fizjologicznych, a w szczególności tych, które posiadają znaczenie przystosowawcze są również słabo rozwinięte. Wiadomości z tego zakresu są często fragmentaryczne i bardzo nierównomiernie nasilone w różnych krajach. Mają one jednak wielkie znaczenie dla poznania biologii i ekologii tego gatunku, a tym samym są ważne dla praktycznego leśnictwa.

LITERATURA

- Bolland G., 1965. Untersuchungen der Phototropischen Reaktion von Kiefernkeimlingen verschiedener Kreuzungsnachkommenschaften. Sond. aus Tagungsberichte nr 69.
- Callahan R., 1962. Geographic Variability in Growth of Forest Trees. Tree Growth. Edited by T. T. Kozłowski, New York.
- Cieslar A., 1887. Über den Einfluss der Grösse der Fichtensamen auf die Entwicklung der Pflanzten nebst einigen Bemerkungen über schwedischen Fichten- und Weissföhrensamen. Zentbl. f. das Gesam. Forstw. 13,4: 149—153.
- Cieslar A., 1899. Neues aus dem Gebiete der forstlichen Zuchtwahl. Zentbl. das Gesam. Forstw. 25,3: 49—74, 99—117.
- Critchfield W. B., Little E. L., 1966. Geographic Distribution of the Pines of the World, U.S. Dep. of Agric. Miscl. Publ. 991.
- Dengler, 1908. Das Wachstum von Kiefern aus einheimischem und nordischem Saatgut in der Oberförsterei Eberswalde. Forst u. Jagdwesen. J. 40; 137—152, 206—219.
- Engler A., 1908. Tatsachen, Hypothesen und Irrtümer auf dem Gebiete der Samenprovenienz-Frage, Forstwiss. Zentbl. H. 6, 295—314.
- Erteld W., 1950. Die Entwicklung einiger Kiefernprovenienzversuche im Land Brandenburg. Der Züchter, B. 20, H. 3/4.
- Giertych M., 1965. Polska sosna za granicą. Las Polski nr 11.
- Giertych M., 1965. Określanie tzw. „Ekotypów fotoperiodycznych” przy pomocy badań proveniencyjnych. Zeszyty Problemowe I Ogólnopolskie Sympozjum Genetyczne.
- Hulten E., 1950. Atlas of the Distribution of Vascular Plants in N. W. Europe.
- Józefaciuk W., 1964. Badania nad zmiennością pokrojową sosny zwyczajnej w północno-wschodniej części Polski. Mat. Symp. z Genetyki Drzew Leśnych, Kórnik.
- Karschon R., 1949. Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochtoner Populationen. Mitt. der Schweiz. Zentralanst. f. das Forstl. Versuchungsw. 26: 205—244.
- Kocięcki S., Chmielewski W., Janson L., 1964. Porównawcze badanie siewek sosny. Mat. Symp. z Genetyki Drzew Leśnych, Kórnik.
- Lacaze J. F., 1964. Comparaison de diverses provenances de pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) représentées dans les arboretums forestiers. Rev. Forest. Française.
- Langlet O., 1936. Studier over tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Meddel. från Statens skogsförsöksanst., 29/4: 219—470.
- Langlet O., 1959. A cline or not a cline — a question of Scots pine. *Silvae Genetica* 8: 13—22.

- Langlet O., 1962. Ecological variability and Taxonomy of Forest Trees, w Tree Growth, wyd. przez T. Kozłowski, Ronald Press Co., New York 357—369.
- Langlet O., 1963. Patterns and terms of intraspecific ecological variability, Nature, vol. 200 n. 4904 : 347—348, October 26.
- Langlet O., 1963. Practical results and Current problems in provenance research in Sweden. FAO. Proceed. of the World Consult. on Forest Genetics and Tree Improv.
- Lindquist B., 1948. Genetics in Swedish Forestry Practice, Stockholm.
- Maliew W. P., 1949. Dieriewja i Kustarniki SSRR. Moskwa—Leningrad.
- Meusel H., 1943. Vergleichende Arealkunde 2. Bde. Berlin—Zehlendorf.
- Novak F. A., 1953. Pinus Linné 1953. W. Jehličnate, Praha.
- Patłaj I. N., 1964. Wlijanije proischozdenija semjan na rost i ustojczivost sosny w geograficznych kulturach krasnotrostjaneckoj lesnej opytnoj stancij. W selekcija, introdukcija o semenowoctwo dreviesnych lesnych porod, Kiew.
- Patłaj I. N., 1965. Wlijanie geograficzeskoho proischozdenija semjan na rost i ustojczivost sosny w kulturach sebernoj lewoberecznoj czasti USSR. Kiew.
- Patłaj I. N., 1963. Issledowanije geogrficznych kultur sosny w sobiczkom lesnicestwie szostkinskowo leschozawasumskoj oblasti.
- Perring F. H., Walters S. M., 1962. Atlas of the British Flora, London—Edinburgh.
- Prawdin L. E., 1958. Sosna lentocznych borow zapadnoj Sibiri. Trudy Inst. Lesa. T. XXXVI.
- Prawdin L. F., 1964. Sosna obyknowiennaja, Izd. „Nauka”, Moskwa.
- Przybylski T., 1966. Les races locales du Pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.) en Pologne, leur valeur génétique et leur origine, Sumarski List 1—2.
- Rubner K., 1959. Kiefernrasenstudien in der Deutschen Bundesrepublik. Forstarchiv. J. 30, J. 9, 11.
- Schmidt W., 1943. Das Ostwestgefälle der Kiefernrasen, neue Einblicke u. Methodenvorschläge für internationale Versuche. Intersylva J. III. H. 4.
- Schmucker Th., 1942. Silvae Orbis. Berlin.
- Schott K., 1904. *Pinus silvestris* L. Die gemeine Kiefer. Forstw. Zentralbl. 26 : 123—141, 307—324.
- Schott K., 1907. Rassen der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.) Forstw. Zentralbl. 29 : 199—218, 262—279.
- Schotte G., 1910. Über die Provenienzfrage und des Alter der Mutterbaumes bei Kiefernkultur. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 7.
- Schotte G., 1914. Kiefernpflanzen aus Samen verschiedener Heimat. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 11.
- Schotte G., 1923. La provenance des semences du pin sylvestre — une question très importante pour la régénération des forêts en Norrland. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 20.
- Sokołowski S., 1931. Prace biometryczne nad rasami sosny zwyczajnej na ziemiach Polski. Prace Rol.-Leśne PAU.
- Staszkievicz J., 1961. Zmienność współczesnych i kopalnych szyszek sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) Fragmenta Floristica et Geobotanica, t. VII. 1.
- Staszkievicz J., 1961. Biometric studies on the cones of *Pinus silvestris* L., growing in Hungary. Acta Bot. t. VII. fasc. 3—4.
- Stecki Z., 1958. Kilka uwag o sośnie taborskiej. Chrońmy Przyrodę Ojcz. z. 2.
- Stebbins G. L., 1958. Zmienność i ewolucja roślin. Warszawa.
- Sweet G. B., 1964. Growth of five spanish provenances of *Pinus silvestris* at age six years in New Zealand, Research Leaflet no. 4.

- Sylvén N., 1916. Den nordsvenska tallen. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 10: 13—14.
- Szafer W., 1949. Zarys ogólnej geografii roślin, Warszawa.
- Turesson G., 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. *Hereditas* 3: 1—52.
- Troeger R., 1960. Der Grosse Kieferprovenienzversuch im südwestwürttembergischen Forstbezirk Schussenried. *Allgemeine Forst u. Jagdzeitung*, 131. r. w. 1960. Forst-u. Jagd-Zeit 56. 1960.
- Turski, 1878. Bericht über Erfahrungen im Pflanzengarten — Referat w *Allg. Forst-u. Jagd-Zeit* 56. 1880.
- Vaartaja O., 1959. Evidence of Photoperiodic Ecotypes in Tree. *Ecol. Monogr.* 29: 91—111.
- Vaartaja O., 1961. Photoperiodic ecotypes in trees. *Recent Advances in Botany*.
- Vaartaja O., 1954. Photoperiodic ecotypes of trees. *Canadian Jour. of Bot.* 32: 392—399.
- Vincent G., 1953. Fotoperiodismums lesnich drevin a jeho vyznam pro drevni produkci. *Prace Moravskoslezské Ak. Ved Prirod. T. XXV. ses. 7.*
- Wiedemann E., 1930. Die Versuche über den Einfluss der Herkunft des Kiefern-samens. *Beischrift f. Forst u. Jagdwesen* r. 62.
- Wilusz Z., 1955. Projekt badań ekotypów sosny pospolitej. *Ekologia Polska*, t. 1, z. 1—2.
- Wimmer E., 1924. Beiträge zur Biologie der Kiefer. *Forstwissenschaft. Zentralbl.*
- Wright J. W., Baldwin H. I., 1957. The 1938 International Union Scotch pine provenance test in New Hampshire. *Silvae Genetica* 6: 2—14.
- Wright J. W., Bull W. I., 1963. Geographic Variation in Scotch Pine. *Silvae Genetica*, 12: 1: 1—40.
- Wright J. W., 1963. Genetic Variation Among 140 Half-Sib Scotch Pine Families Derived from 9 Stands. *Silvae Genetica* 12, 3: 73—104.
- Zajączkowski M., 1936. O południowej granicy zasięgu sosny pospolitej w Polsce i o występowaniu reliktovej sosny w Karpatach polskich. *PAU. Prace Rol. Leśn.* nr 20.
- Zajączkowski M., 1949. Studia nad sosną zwyczajną w Tatrach i Pieninach. *Prace Rol.-Leśne* nr 45. *PAU.*
- Żelawski W., Gowin T., 1966. Variability of some needle characteristics in scots pine (*Pinus silvestris* L.) ecotypes grown on the comparative plantation. *Ekologia Polska* t. XIV n. 17.
- Żelawski W., Niwiński Z., 1966. Variability of some needle characteristics in scots pine (*Pinus silvestris* L.) ecotypes grown in native conditions. *Ekologia Polska* t. XIV nr 19.

ECOTYPIC VARIATION

Summary

The paper starts with a discussion of the probable natural range of Scots pine distribution the delimitation of which has been made difficult by the silvicultural practice of planting the species outside its natural sites of occurrence. Within this range there is a great variability of climatic and other site factors which has resulted in the adaptation of various races of Scots pine to various conditions. The argument as to whether this variability in pine is continuous

