

Zróżnicowanie wybranych cech wegetatywnego potomstwa starych drzew sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. z Puszczy Augustowskiej

Variability of old Scots pine *Pinus sylvestris* L. vegetative progeny from the Augustowska Primeval Forests

Małgorzata Matras-Zarzecka*, Artur Zarzecki

Nadleśnictwo Płaska w Żylinach, Sucha Rzeczka 60, Płaska, 2902

*Tel. +48 87 6418723 wew. 211, e-mail: malgorzata.matras1@bialystok.lasy.gov.pl

Abstract. This study was carried out in the clone archive of old Scots pine *Pinus sylvestris* L. trees located in the Augustowska Primeval Forest. The aim of the study was to determine the intra-clonal diversity among quantitative and qualitative traits of the vegetative progeny of Scots pine trees older than 200 years. Our analyses included traits such as survival rate, height and diameter at breast height (DBH), stem straightness, length and width of the crowns as well as branch thickness and growth angle. There was no significant correlation between the age of mother trees and the traits of their vegetative progeny. However, mother trees did affect the survival of the progeny. In overall, the survival rate of grafts in the archive is high (about 80% at the age of 13) and there have been no significant fluctuations in recent years. Nevertheless, the variability of quantitative traits among vegetative progeny was high with the average height ranging from 2.16 m up to 6.71 m, and in the case of DBH ranging from 3.23 cm to 12.1 cm. Both, height of trees and their DBH, were significantly different among the analyzed clones. These intra-clone differences in growth traits indicate a high environmental impact on the growth and performance of clones. However, the diversity of quantitative and qualitative traits is comparable to the differences observed in economic seed orchards with seedlings at a similar age.

Most of the genotypes planted in the archive are fully viable and have matured to the stage of seed production. The clone archive can thus be viewed as both, a conservation effort and to obtain valuable seeds from the point of view of tree breeding. Therefore, establishing archives of tree clones using valuable genotypes is an effective method of conserving individual genotypes even of very old individuals.

Keywords: old trees, clonal archive, grafts, vegetative progeny, conservation of genotypes

Słowa kluczowe: stare drzewa, archiwum klonów, przeszczepy, potomstwo wegetatywne, ochrona genotypów

1. Wstęp

Jednym z ważniejszych wyzwań polskiego leśnictwa w nadchodzącym okresie będzie ochrona różnorodności biologicznej, w tym również genetycznej, warunkującej możliwość prowadzenia trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej w warunkach zmian klimatycznych. Ochrona różnorodności genetycznej realizowana jest w Lasach Państwowych w ramach długofalowego programu (Barzdajn 2011). Podejmowane są również działania doraźne mające na celu ochronę zagrożonych gatunków, populacji lub nawet pojedynczych genotypów. Jednym z cenniejszych działań w tym zakresie była inicjatywa ochrony starych drzew, pozostałości naturalnych populacji rosnących w lasach. W 1985 r. rozpoczęto inwentaryzację starych, przeszło 200-letnich, drzew w najstarszych puszczech rosnących w północno-wschodniej Polsce, m.in. w Puszczy Augustowskiej. Są to

najprawdopodobniej nasienniki, które w XIX wieku zgodnie z metodą Hartiga, zostawiano na zrębach do obsiewu uzupełniającego w liczbie 8–12 drzew/ha (Broda 1984, 1988 za Korczykem 2008b). Obiekty te są szczególnie wartościowe ze względu na sposób gospodarowania w przeszłości (odnowienia naturalne), dzięki któremu zachowały się zasoby genowe rosnących tam populacji. Drzewa, o których mowa, są relikdami rodzimych, dzikich populacji powstałych w procesie naturalnej selekcji, mają więc one duże zdolności adaptacyjne, ponieważ reprezentują genotypy rosnące na tym obszarze przed rozpoczęciem intensywnego gospodarowania w lasach (Sokołowski 2006). W związku z tym niezwykle ważna jest inwentaryzacja starych drzew oraz zachowanie ich zasobów genowych dla przyszłych pokoleń (Korczyk 1997).

Włączenie starych drzew nie tylko do ochrony zmienności genetycznej, ale również do programów hodowli selekcyjnej

Wpłynęło: 22.05.2018 r., zrecenzowano: 4.01.2019 r., zaakceptowano: 24.02.2019 r.

drzew leśnych, jest niezwykle ważne. Działania związane z zachowaniem zasobów genowych tych genotypów winny obejmować kilka kolejnych etapów: inwentaryzację drzew, wegetatywne rozmnażanie wybranych genotypów, posadzenie ich w archiwum (archiwach) oraz szczegółową charakterystykę zmienności wegetatywnego potomstwa chronionych genotypów (Korczyk, Matras 2006).

Jedyną znaną techniką zachowania w długim okresie tych genotypów jest ich wegetatywne rozmnożenie i wysadzenie otrzymanego potomstwa w archiwach klonów (Bednarek 2003). W Puszczy Augustowskiej również stwierdzono pojedyncze drzewa w wieku powyżej 200 lat (Korczyk 1997). Na jej terenie dr hab. A. Korczyk wykonał inwentaryzację starych sosen, a następnie podjęto działania mające na celu rozmnożenie wegetatywne (szczepienie) i założono w 1999 r. powierzchnie archiwum klonów na terenie Nadleśnictwa Pomorze, w leśnictwie Rygol (oddz. 960ab) i leśnictwie Wiłkokuk (oddz. 637d).

2. Cel pracy

Celem badań była ocena zmienności cech ilościowych i jakościowych wegetatywnego potomstwa genotypów sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. z Puszczy Augustowskiej, zgromadzonych w archiwum klonów zlokalizowanym w leśnictwie Rygol.

3. Materiał i metody

3.1. Obiekt badawczy

Badania zmienności cech ilościowych i jakościowych wegetatywnego potomstwa starych drzew sosny zwyczajnej z Puszczy Augustowskiej prowadzono w Archiwum klonów założonym w oddziale 960ab leśnictwa Rygol. Archiwum zajmuje powierzchnię 3,4 ha i podzielone jest drogą leśną na dwie części. Szkice powierzchni wraz z rozmieszczeniem poszczególnych szczepów zamieszczono m.in. w opracowaniach Korczyka i Myszczyńskiej (2012) oraz Matrasa (2012). Powierzchnię założono na siedlisku Bśw, na glebach rdzawych wytworzonych z luźnych piasków. W archiwum zgromadzono potomstwo 60 wybranych drzew reprezentujących trzy główne siedliska, na których rośnie sosna na terenie Puszczy Augustowskiej (Bśw, BMśw, LMśw). Siedliska te nie są jednakowo reprezentowane. Najwięcej starych drzew pochodziło z siedliska BMśw (39 szt.), znacznie mniej z siedliska Bśw (17) i tylko 4 z siedliska LMśw. Największe zróżnicowanie wiekowe drzew matecznych występuje na siedlisku Bśw (208–319 lat), nieco mniejsze na siedlisku BMśw (221–292 lata), a wyraźnie mniejsze na siedlisku LMśw (212–252 lata). Zróżnicowanie indywidualne cech przyrostowych drzew matecznych jest znaczące, jednak średnie wartości pierśnic drzew z poszczególnych siedlisk są prawie identyczne, natomiast widać wyraźne zwiększanie się średnich wysokości drzew wraz ze wzrostem żyzności siedliska.

Głównym kryterium wyboru drzew do archiwum był wiek określony wstępnie przy użyciu danych z operatu urządzeniowego, a następnie zweryfikowany na podstawie wykonanych wywierć. Wybrane drzewa zostały szczegółowo scharakteryzowane i opisane w karcie informacyjnej. Zakres wykonanych pomiarów i obserwacji drzew matecznych, informacje o produkcji potomstwa wegetatywnego oraz szczegółowe dane dotyczące założonego archiwum klonów, w tym plany powierzchni, schemat rozmieszczenia i ilości wysadzonych na powierzchni klonów, podano w opracowaniu Korczyka i Myszczyńskiej (2012).

Archiwum założono jesienią 1999 r. Na powierzchni posadzono w więźbie 5×7 m szczepy na placówkach z przygotowaną ręcznie glebą. W kolejnych latach spulchniano ją i odchwaszczano talerze oraz wycinano pojawiające się odrosty i naloty gatunków drzewiastych.

3.2. Pomiary i obserwacje w terenie

Na powierzchni doświadczalnej określono przeżywalność szczepów, wykonano pomiary wysokości i pierśnicy szczepów, oszacowano prostotę strzał, długość i szerokość koron oraz grubość i kąt wyrastania gałęzi.

Wysokość szczepów mierzono łatami pomiarowymi z dokładnością do 5 cm, pierśnicę drzewek – średnicomierzem z podziałką milimetrową z dokładnością do 1 mm. Cechy jakościowe szacowano w czterostopniowej skali zbliżonej do stosowanej przy charakterystyce wybranych do zachowania drzew matecznych. Skalę tę częściowo zmodyfikowano uwzględniając występującą na gruncie zmienność ocenianych cech poszczególnych drzew. Istotną modyfikacją skali zastosowanej do oceny potomstwa było wyróżnienie grupy szczepów o formie krzewiastej, które wyłączono z dalszej oceny cech jakościowych. Skalę oceny poszczególnych cech określano na gruncie, uwzględniając maksymalną ich rozpiętość. Następnie szczepy zaliczano do poszczególnych grup: o najwyższej, najniższej oraz pośredniej wartości danej cechy. W przypadku długości koron grupę o najwyższej wartości stanowiły szczepy z koronami wyraźnie dłuższymi niż połowa wysokości drzewek, grupę o najniższej wartości drzewka z koronami wyraźnie krótszymi niż połowa wysokości drzewek i grupę o średniej wartości tej cechy – drzewka o koronach z długością zbliżoną do połowy ich wysokości. Opis zastosowanej skali oceny cech jakościowych znajduje się w tabeli 1.

Oceny cech jakościowych wykonano w czasie sezonu wegetacyjnego, a pomiary cech ilościowych jesienią 2012 roku po zakończeniu wzrostu drzewek.

3.3. Analiza statystyczna wyników badań

Zróżnicowanie cech ilościowych oszacowano na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji oraz określono istotność różnic średnich wartości analizowanych cech, stosując test post-hoc NIR Tukeya dla wyróżnienia grup jednorodnych.

Tabela 1. Skala oceny cech jakościowych klonów sosny zwyczajnej
 Table 1. Artificial scale for estimation the qualitative characters of Scots pine clones

Cecha Character	Skala oceny Scale			
	0	1	2	3
Prostość strzały Straightness of stem	forma krzewiasta bushy form	silne skrzywiona w kilku płaszczyznach many crooks in different direction	krzywizny w jednej płaszczyźnie crooks in one direction	strzała prosta stright
Długość korony Lenght of crown	forma krzewiasta bushy form	krótka short $>>1/2H^*$	umiarkowanie długa intermediate 1/2H	długa long $<<1/2H$
Szerokość korony Width of crown	forma krzewiasta bushy form	szeroka wide $w/l>1^{**}$	umiarkowanie szeroka intermediate $w/l \ 1$	wąska narrow $w/l.<1$
Grubość gałęzi Thickness of branches	forma krzewiasta bushy form	grube thick $<1/2d^{***}$	umiarkowanie grube intermediate $1/2 \ d$	cienkie thin $>1/2d$
Kąt wyrastania gałęzi Angle of branches	forma krzewiasta bushy form	poniżej 45° less than 45°	45–90° between 45–90°	ok. 90° close by 90°

*proportion the lenght of crown to total height, ** proportion the width to length of crown, *** proportion thickness of branches to thickness of stem in the same of whorl

4. Wyniki badań

4.1. Cechy ilościowe

4.1.1 Przeżywalność

Wyniki oceny przeżywalności szczepów na badanych powierzchniach przedstawiono w tabeli 2 i na rycinach 1 i 2. Zróżnicowanie klonów pod względem przeżywalności było stosunkowo wysokie, a obserwowane różnice są istotne statystycznie. Test Tukeya pozwolił na wyróżnienie 6 grup jednorodnych. Średnia przeżywalność klonów wynosiła 78,65% i wahała się od 41,67% w przypadku klonu numer 18 do 100% w przypadku klonów o numerach: 7, 15, 264, 286, 293, 294, 298, 316, 325 i 390. Największe zmiany w przeżywalności obserwowano w pierwszym okresie wzrostu szczepów. W okresie od 2006 r. do 2012 r. stosunkowo niewielki (poniżej 4%) średni spadek przeżywalności był spowodowany głównie istotnym spadkiem wartości tej cechy u trzech klonów, o numerach: 18, 300 i 388. Z 60 analizowanych klonów 9 (15%) w dalszym ciągu charakteryzowało się przeżywalnością wynoszącą 100%, 17 przeżywalnością powyżej 90% i 7 przeżywalnością poniżej 60%. Wyraźny wpływ na przeżywalność szczepów miały m.in. warunki wzrostu drzew matecznych. Wraz ze wzrostem żyzności siedliska obserwowano wyższą przeżywalność szczepów, i to zarówno po 6, jak i po 12 latach wzrostu potomstwa w archiwum (ryc. 2).

4.1.2. Wysokość

Zróżnicowanie wysokości szczepów na powierzchniach badawczych przedstawiono w tabeli 2 i na rycinie 3. Zróżnicowanie to jest bardzo wysoce istotne statystycznie (tab. 3). Rozpiętość tej cechy na powierzchni waha się od 1,55 m do 7,85 m, a średnich jej wartości dla klonów od 2,16 m (klon nr 295) do 6,71 m (klon nr 389). Dzięki wykonanej analizie wariancji wyróżniono 5 grup jednorodnych o różnej reprezentatywności. Grupy skrajne, obejmujące najlepsze i najgorsze klony, były stosunkowo mało liczne, natomiast grupy pośrednie obejmowały znaczną liczbę klonów. Najlepiej przyrastający klon o numerze 389 przyrastał istotnie lepiej od kolejnego w uszeregowaniu klonu o numerze 1, podobnie najslabszy klon o numerze 295 był istotnie niższy od kolejnego w uszeregowaniu o numerze 303. Interesujący jest fakt dużego zróżnicowania wysokości analizowanych klonów. W tym przypadku można również wyróżnić grupy klonów o niskim i wysokim zróżnicowaniu, i to zarówno w grupie klonów dobrze, jak i słabo przyrastających.

4.1.3. Pierśnica

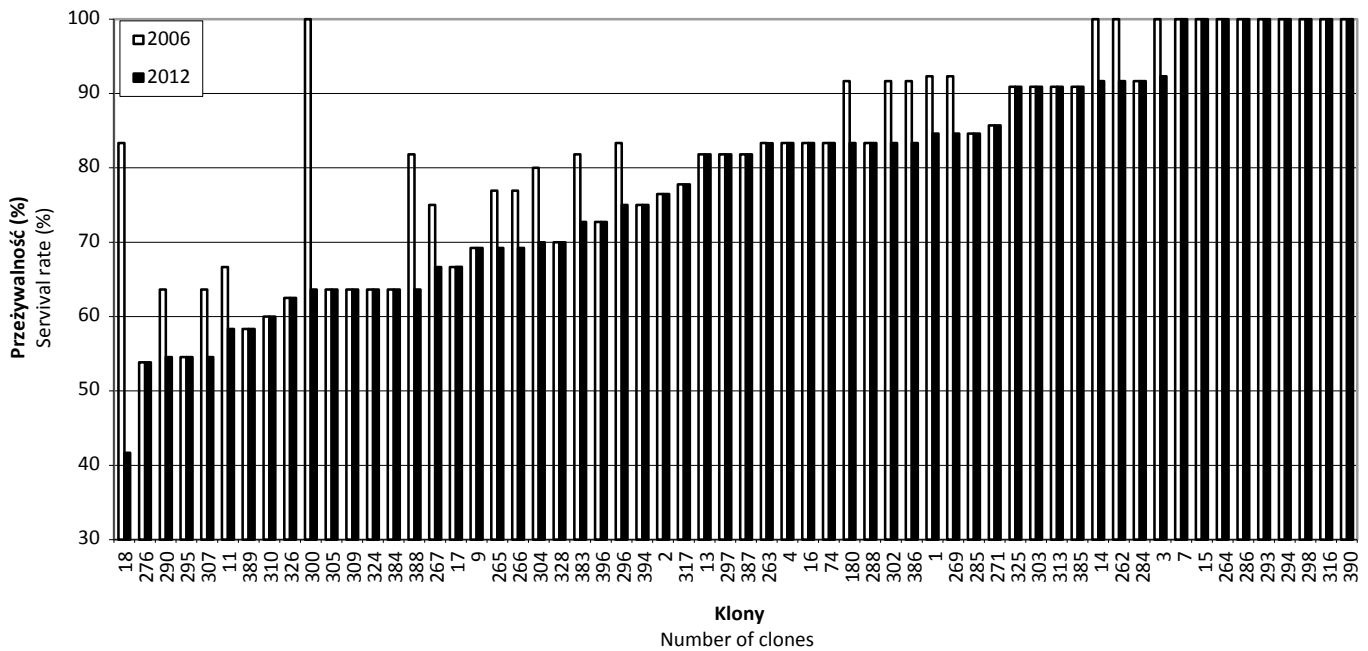
Zróżnicowanie pierśnic klonów na powierzchniach badawczych przedstawiono w tabeli 2 i na rycinie 4. Podobnie jak w przypadku wysokości, obserwowane zróżnicowanie jest bardzo wysoce istotne statystycznie (tab. 3). Całkowity zakres pierśnic szczepów waha się od 1,55 do 15,51 cm, a średnich wartości tej cechy dla klonów od 3,23 do 12,1 cm. Na podsta-

Tabela 2. Średnie wartości analizowanych cech szczeptów sosny zwyczajnej w archiwum klonów w leśnictwie Rygol
 Table 2. The mean value of qualitative and quantitative characters of the Scots pine clones growth in clonal archives in Rygol

Numer klonu Nr of clone	Liczba osobników No of ramets	Przeżywalność / Survival rate 2006 year	Przeżywalność / Survival rate 2012 year	Wysokość Height [m]	Błąd standardowy wysokości Height standard error	Pierśnica [cm] Diameter	Błąd standardowy pierśnicy Diameter standard error	Prostość strzały Straightness of stem	Długość korony Length of crown	Szerokość korony Width of crown	Grubość gałęzi Thickness of branches	Kąt gałęzi Angle of branches
1	11	92,3	84,6	6,21	0,216	11,67	0,432	2,64	3,00	2,27	1,82	3,00
2	13	76,5	76,5	4,85	0,347	7,88	0,855	2,46	2,86	1,85	2,08	1,92
3	12	100,0	92,3	4,60	0,352	7,99	0,847	2,17	2,75	2,08	2,17	1,83
4	10	83,3	83,3	4,98	0,312	9,93	0,844	2,40	2,80	2,10	1,90	1,90
7	12	100,0	100,0	5,17	0,292	8,61	0,767	2,42	2,83	2,00	2,25	2,25
9	9	69,2	69,2	5,65	0,436	9,40	0,964	3,00	2,89	2,11	2,11	2,11
11	7	66,7	58,3	3,92	0,367	7,26	0,778	2,57	2,57	2,00	2,14	1,71
13	9	81,8	81,8	4,41	0,464	7,74	1,095	2,78	3,00	2,11	2,11	2,00
14	12	100,0	91,7	4,83	0,305	9,52	0,844	2,55	2,91	2,09	2,09	1,91
15	11	100,0	100,0	4,93	0,318	8,19	0,739	2,46	2,82	2,64	2,73	1,73
16	10	83,3	83,3	3,90	0,311	6,07	0,766	2,00	2,89	1,67	2,00	1,78
17	9	66,67	66,7	4,43	0,398	7,70	0,857	2,78	2,67	1,89	2,00	1,89
18	5	83,33	41,7	5,28	0,249	10,06	0,535	2,40	3,00	1,60	1,80	1,80
74	10	83,33	83,3	5,02	0,268	8,21	0,580	2,70	2,90	2,10	2,40	2,10
180	10	91,67	83,3	4,93	0,477	9,03	1,025	2,40	2,80	1,60	1,60	1,90
262	11	100,0	91,7	5,47	0,304	10,41	0,761	2,46	2,82	1,46	1,55	2,18
263	11	83,3	83,3	5,31	0,257	9,65	0,427	2,55	2,91	1,73	1,73	2,18
264	13	100,0	100,0	5,67	0,194	10,79	0,339	1,62	2,846	1,39	1,54	1,77
265	9	76,9	69,2	5,97	0,424	8,98	0,832	2,67	2,667	2,22	2,33	1,67
266	9	76,9	69,2	5,40	0,349	8,97	0,668	2,67	2,778	2,11	2,22	2,00
267	8	75,0	66,7	4,67	0,251	8,28	0,845	2,63	2,625	2,13	2,13	1,75
269	11	92,3	84,6	4,91	0,228	8,28	0,545	2,73	2,727	2,27	2,27	1,73
271	12	85,7	85,7	4,87	0,447	8,08	0,961	2,67	2,667	2,42	2,33	1,83
276	7	53,6	53,9	4,71	0,527	7,71	0,870	2,57	2,429	2,29	2,43	1,71
284	11	91,7	91,7	5,33	0,174	9,06	0,490	2,36	2,818	1,82	1,91	2,09
285	11	84,6	84,6	5,61	0,254	10,36	0,719	2,91	2,818	1,46	1,91	1,64
286	13	100,0	100,0	5,38	0,278	9,27	0,730	2,69	2,615	1,85	1,85	2,00
288	10	83,3	83,3	4,59	0,384	8,15	0,976	2,50	2,6	2,20	2,3,0	2,30
290	6	63,6	54,6	4,75	0,544	9,53	0,958	3,00	2,833	1,83	2,17	1,83
293	11	100,0	100,0	4,39	0,250	8,56	0,840	2,18	2,636	1,64	1,55	1,91
294	11	100,0	100,0	4,24	0,292	7,06	0,722	2,18	2,727	2,18	2,18	1,91

Numer klonu Nr of clone	Liczba osobników No of ramets	Przeżywalność / Survival rate 2006 year	Przeżywalność / Survival rate 2012 year	Wysokość Height [m]	Błąd standardowy wysokości Height standard error	Pierśnica [cm] Diameter	Błąd standardowy pierśnicy Diameter standard error	Prostość strzały Straightness of stem	Długość korony Length of crown	Szerokość korony Width of crown	Grubość gałęzi Thickness of branches	Kąt gałęzi Angle of branches
295	6	54,6	54,6	2,24	0,184	3,58	0,423	0,00	2,8	1,20	2,80	2,80
296	9	83,3	75,0	3,80	0,260	6,68	0,721	1,11	2,778	1,56	2,22	1,89
297	9	81,8	81,8	5,30	0,213	9,71	0,652	2,22	2,444	2,11	2,33	2,00
298	11	100,0	100,0	5,05	0,409	9,027	0,986	2,00	2,818	1,46	1,64	1,91
300	7	100,0	63,6	5,32	0,226	10,09	0,851	2,86	3,00	2,00	1,71	1,86
302	10	91,7	83,3	5,51	0,313	9,54	0,955	2,70	2,80	2,20	2,30	2,20
303	10	90,9	90,9	2,56	0,208	3,75	0,486	0,40	2,90	1,40	2,70	2,20
304	7	80,0	70,0	5,30	0,309	9,90	0,899	2,71	2,714	2,27	2,286	1,86
305	7	63,6	63,6	5,14	0,452	8,83	1,301	2,43	2,714	2,00	2,00	1,71
307	6	63,6	54,6	5,17	0,169	9,25	0,699	2,50	2,667	2,33	2,50	1,67
309	7	63,6	63,6	5,28	0,286	9,11	0,825	2,14	2,71	2,29	1,86	1,86
310	6	60,0	60,0	5,02	0,579	8,66	1,209	2,43	2,62	2,33	2,13	1,86
313	10	90,9	90,9	5,41	0,231	9,72	0,788	2,40	3,00	1,90	1,70	2,40
316	11	100,0	100,0	5,17	0,287	9,21	0,816	2,27	2,82	1,82	1,73	1,82
317	7	77,8	77,8	4,81	0,522	8,27	1,070	2,57	2,71	2,29	2,14	2,14
324	7	63,6	63,6	5,24	0,525	9,56	1,166	2,43	2,43	1,43	1,71	1,71
325	11	90,9	90,9	5,65	0,341	8,86	0,796	2,18	2,46	1,55	2,09	2,18
326	5	62,5	62,5	4,48	0,527	7,23	0,720	1,80	2,60	2,40	2,20	1,40
328	7	70,0	70,0	5,13	0,398	8,29	0,996	2,43	2,43	2,14	2,00	2,57
383	8	81,8	72,7	4,70	0,194	8,26	0,765	2,63	2,38	2,13	2,00	1,75
384	7	63,6	63,6	5,38	0,672	9,51	1,326	2,57	3,00	1,71	2,00	2,14
85	10	90,9	90,9	5,61	0,285	10,00	0,513	2,60	3,00	1,80	1,90	1,70
386	10	91,6	83,3	4,92	0,240	8,24	0,648	2,00	2,90	1,90	1,80	2,20
387	9	81,8	81,8	6,21	0,324	11,37	0,805	2,67	2,89	1,56	1,22	2,11
388	7	81,8	63,6	5,40	0,608	9,30	1,339	2,86	3,00	1,86	2,29	2,14
389	7	58,3	58,3	6,71	0,237	12,09	0,636	2,29	2,86	1,57	1,43	1,86
390	11	100,0	100,0	4,91	0,234	9,62	0,684	2,18	3,00	1,36	1,82	1,46
394	9	75,0	75,0	5,41	0,488	9,96	1,098	2,44	2,89	1,44	1,33	2,22
396	8	72,7	72,7	4,68	0,387	7,65	0,646	2,27	2,77	1,83	2,19	2,17
LMśw	53	84,4	81,4	5,16			9,14	2,42	2,77	2,09	1,99	2,25
BMśw	349	83,2	78,7	4,98			8,76	2,43	2,77	1,95	2,04	1,93
Bśw	151	79,4	76,3	4,99			8,77	2,22	2,79	1,79	2,00	1,98

LMśw – fresh mixed broadleaved forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest, Bśw – fresh coniferous forest



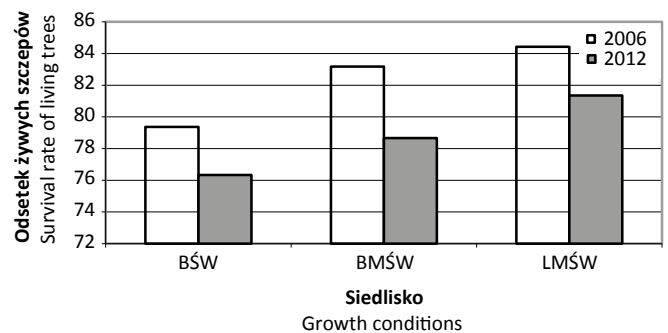
Rycina 1. Średnia przeżywalność szczepów sosny w archiwum klonów w leśnictwie Rygol oddz. 960ab
Figure 1. Survival rate of trees in clones in 2006 and 2012 years in Rygol clonal archive

wie wykonanej analizy wariancji wyróżniono 6 grup jednorodnych o różnej reprezentatywności. Skrajne grupy, obejmujące najlepiej i najslabiej przyrastające na grubość klony, są stosunkowo mało liczne, natomiast grupy pośrednie obejmują znaczną liczbę klonów. W przypadku pierśnic najlepiej przyrastający klon o numerze 389 nie wykazuje już takiej dominacji jak dla wysokości, natomiast dwa najslabsze klony o numerach 295 i 303 posiadają istotnie mniejsze pierśnice od kolejnego, trzeciego pod względem wielkości tej cechy, klonu o numerze 296. Uszeregowanie klonów pod względem średniej wysokości i pierśnicy jest bardzo podobne.

4.2. Cechy jakościowe

Dla oszacowania zmienności cech jakościowych klonów w archiwum wykonano ocenę prostości strzałk szczepów, szerokości i długości koron, grubości gałęzi bocznych oraz kąta ich wyrastania.

Wśród cech jakościowych największe zróżnicowanie obserwowano dla prostości strzałek (tab. 2). Oceniane w archiwum klonów szczepy charakteryzowały się stosunkowo dobrymi cechami jakościowymi strzałek. Spośród 550 ocenianych szczepów tylko 26 (4,7%) zakwalifikowano do grupy „0” o formie krzewiastej, a wyjątkowo negatywne pod względem tej cechy okazały się klony o numerach: 295, 303 oraz 296. W trzystopniowej skali oceny prostości strzałek, pomijając klasę „0”, średnia wartość tej cechy wyniosła 2,49. Była więc stosunkowo wysoka, co bardzo pozytywnie świadczy o prostości strzałk większości rodzimych drzew sosny. Jednak i w tym przypadku mamy do czynienia z wysoką zmiennością wewnątrz klonów, głównie w zakresie udziału osobników w poszczególnych klasach. Spośród 60 analizo-



Rycina 2. Dynamika przeżywalności klonów sosny zwyczajnej w czasie i jej różnicowanie związane z warunkami wzrostu drzew matecznych

Figure 2. Change in survival rate of the Scots pine clones in time and conditions of growth of mother trees

wanych klonów tylko osobniki o numerach 2 i 290 zaliczono do jednej, najlepszej klasy jakości. W przypadku 13 klonów poszczególne osobniki zaliczono do trzech klas jakości, a pozostałe do dwóch klas jakości strzałek. Na szczególną uwagę zasługują klony z wysokim udziałem osobników o całkowicie prostych strzałkach zaliczanych do klasy „3”.

Wegetatywne potomstwo drzew matecznych rosnące w archiwum klonów charakteryzowało się stosunkowo długimi koronami. Zmienność tej cechy była względnie niska, a średnia wartość wskaźnika długości koron dla wszystkich analizowanych osobników – wyjątkowo wysoka, wynosząca 2,78 w trzystopniowej skali ocen. Spośród 550 ocenianych szczepów 425 osobników (85%) zakwalifikowano do klasy „3”.

Oceniane na powierzchni doświadczalnej szczepy charakteryzowały się stosunkowo dużym zróżnicowaniem pod

Tabela 3. Wyniki analizy wariancji cech ilościowych szczeptów sosny zwyczajnej w archiwum klonów w leśnictwie Rygol

Table 3. Results of statistical analyses qualitative characters of the Scots pine clones in archive Rygol

Wyniki analizy wariancji / Results of statistical analyses					
	stopnie swobody df	suma kwadratów SS	średni kwadrat MS	wartość F	Pr(>F) P
Pierśnica / Diameter					
Klony Clones	59	1184,0	20,072	3,197	1,72e-12***
Błąd Error	493	3095,0	6,278		
Wysokość / Height					
Klony Clones	59	273,7	4,639	4,222	<2e-16 ***
Błąd Error	493	541,7	1,099		
Istotność różnic / Level of differences: 0 '***'					

względem szerokości koron, z przewagą osobników o koronach szerokich. Średnia wartość wskaźnika szerokości koron analizowanych 550 osobników wyniosła 1,915 i była najniższa ze wszystkich analizowanych cech jakościowych. W grupie zakwalifikowanej do klasy „1” znalazły się aż 152 osobniki. Pośród 60 analizowanych klonów nie ma ani jednego, którego wszystkie osobniki charakteryzowałyby się tylko wąskimi koronami. Ocena cech koron oszacowana na

powierzchni archiwum w sposób jednoznaczny charakteryzuje naturalne właściwości drzew matecznych pod względem tych cech, ponieważ potomstwo wysadzone w więźbie umożliwiającej wzrost szczeptów bez oddziaływania sąsiedztwa przez cały okres do momentu ostatnich pomiarów.

Średnie wartości grubości gałęzi klonów przedstawiono w tabeli 2. Oceniane na powierzchni doświadczalnej szczyty charakteryzowały się przeciętnymi cechami jeśli chodzi o grubość gałęzi. Spośród 550 ocenianych szczeptów w poszczególnych klasach znalazło się odpowiednio: klasa 1 (grube) – 134, 2 (umiarkowanie grube) – 276, 3 (cienkie) – 141. Przeciętną wartość tej cechy klonów potwierdza również średni wskaźnik dla powierzchni wynoszący 1,98 w trzystopniowej skali oceny.

Podobnie jak w przypadku grubości gałęzi, również pod względem kąta wyrastania gałęzi szczyty charakteryzowały się przeciętnymi wartościami tej cechy (1,98 w trzystopniowej skali ocen), a jej zmienność była niewielka.

4.3. Wpływ cech drzew matecznych na wzrost i rozwój ich wegetatywnego potomstwa

Dysponując danymi o wieku i cechach ilościowych drzew matecznych (Korczyk, Myszczyńska 2012; Matras 2012), podjęto próbę ich oceny w zależności od cech ilościowych ich potomstwa w archiwum klonów. W większości przypadków współczynniki korelacji cech drzew matecznych i ich potomstwa były minimalne (bliskie zera). Nie stwierdzono również wpływu wieku drzew matecznych na przeżywalność szczeptów. Informacja o braku korelacji cech wzrostowych wegetatywnego potomstwa z wiekiem drzew matecznych jest cenna, chociaż nie do końca zgodna z gloszoną ogólnie

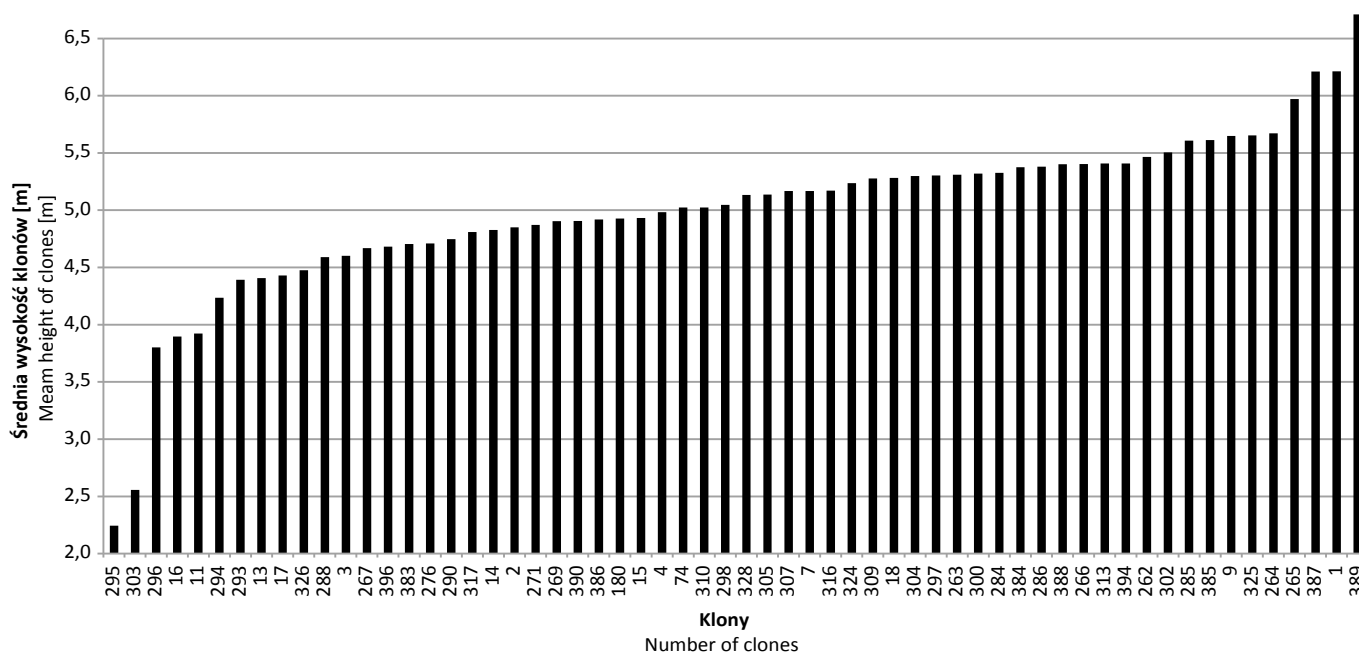
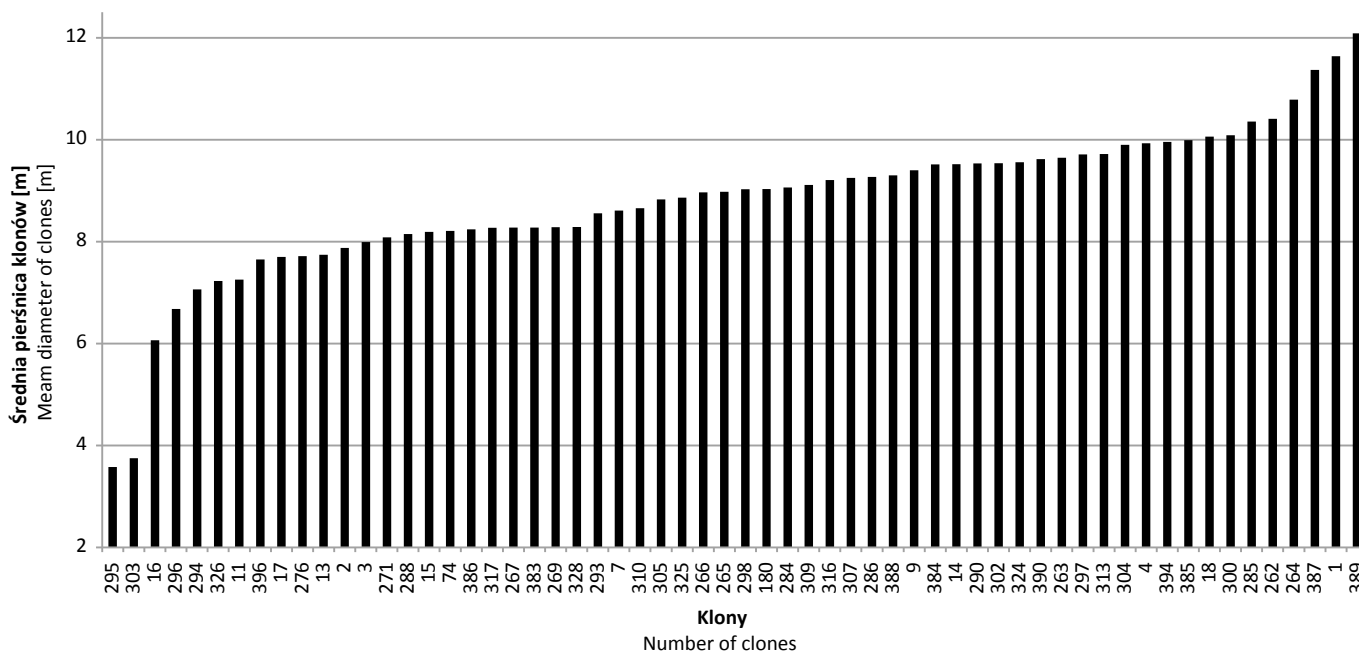
**Rycina 3. Średnia wysokość klonów [m] na powierzchni archiwum w leśnictwie Rygol**

Figure 3. Mean height [m] of clones in clonal archive Rygol



Rycina 4. Średnia pierśnica [cm] klonów na powierzchni w leśnictwie Rygol

Figure 4. Mean diameter [cm] of clones on experimental plot Rygol

też o negatywnym wpływie wieku na dynamikę wzrostu potomstwa, również wegetatywnego. Brak negatywnego wpływu wieku drzew matecznych na wzrost potomstwa sugeruje bowiem możliwości wegetatywnego rozmnażania przez szczepienie zarówno dla celów hodowli selekcyjnej, jak i zachowania zasobów genowych nawet bardzo starych drzew sosny zwyczajnej.

Zaobserwowano zależności między cechami drzew matecznych i ich potomstwem jedynie pod względem ich warunków wzrostu i przeżywalności ich potomstwa. Wskazuje to na konieczność precyzyjnego doboru lokalizacji archiwów w celu stworzenia szczepom optymalnych warunków (nie tylko glebowych) wzrostu.

5. Podsumowanie i dyskusja

Średnia przeżywalność szczepów sosny po 13 latach wzrostu na powierzchni doświadczalnej w leśnictwie Rygol wynosiła 78,65%, była więc względnie wysoka. Największe zmiany w przeżywalności obserwowano w początkowym etapie wzrostu szczepów. Najwięcej danych w literaturze na temat przeżywalności szczepów dotyczy plantacji nasiennych gromadzących szczepy wyhodowane ze znacznie młodszych drzew matecznych. Przeżywalność szczepów na plantacjach nasiennych sosny zwyczajnej jest z reguły wysoka i waha się w granicach 80–90% (Wilczkiewicz 1975; Kocięcki 1988; Matras 1996; Trojakiewicz, Burczyk 2005; Bobriniev, Pak 2007; Kanak et al. 2009; Kroon et al. 2009; Šejkina, Lebedeva 2010). W pierwszych latach po posadzeniu obserwowano stosunkowo wysoką (94–98%) przeżywalność szczepów jodły na plantacjach zachowawczych tego gatunku założonych w Sudetach w ramach „Programu restytucji populacji jodły

sudeckiej” (Bednarek 2003; Niemczyk 2005), jednak przypadek ten dotyczy drzew matecznych stosunkowo młodych. Inaczej wygląda przeżywalność szczepów wyhodowanych ze starych, przeszło 200-letnich sosen. Jak podaje Korczyk (2010), na podstawie obserwacji wykonanych w założonych przez siebie archiwach klonów w Puszczy Augustowskiej, Białowieskiej i Knyszyńskiej, generalnie wraz z wiekiem drzew matecznych maleje żywotność pozyskanych z nich szczepów, co może istotnie wpływać na efekty szczepienia i późniejszy wzrost szczepów. Niewątpliwie również inne czynniki, w tym genetyczne, istotnie wpływają na wzrost i rozwój szczepów. Jak wykazano w przypadku powierzchni w Rygoli również siedlisko drzew matecznych wpływało na przeżywalność wyhodowanych z nich szczepów.

Zróznicowanie cech jakościowych szczepów – pierśnicy i wysokości – było na analizowanej powierzchni bardzo wysokie i wahało się w przypadku średniej wysokości od 2,16 m do 6,71 m, a w przypadku pierśnicy od 3,23 cm do 12,1 cm. Zarówno wysokość, jak i pierśnica różnicowały bardzo istotnie analizowane klony. Zróznicowanie wewnątrz-klonowe cech wzrostowych świadczy o dużym wpływie środowiska na wzrost i rozwój klonów. Również inne czynniki, takie jak podkładka czy poprawność wykonania szczepu, niewątpliwie mogą istotnie modyfikować wzrost i rozwój szczepów. Ponadto w tym przypadku klony reprezentują różne populacje rosnące w odmiennych warunkach siedliskowych.

Niemczyk (2005) na plantacjach zachowawczych jodły pospolitej również obserwowała wysokie, istotne statystycznie, różnice w przyrostach szczepów jodły w pierwszych latach po posadzeniu zarówno między klonami na powierzchniach, między poszczególnymi powierzchniami, jak i między latami obserwacji.

Podobne różnice istotne statystycznie obserwowano na plantacji zachowawczej jodły założonej w Nadleśnictwie Kamienna Góra w ramach „Programu restytucji jodły” (Bednarek 2003) oraz lipy drobnolistnej na plantacji nasiennej w Nadleśnictwie Susz (Ludwikowska et al. 2011). Stwierdzone na powierzchni zróżnicowanie cech wzrostowych szczepów nie jest zjawiskiem odosobnionym. Stosunkowo duże różnice obserwuje się na plantacjach gospodarczych, i to nie tylko sosnowych. W tym przypadku często, podobnie jak ma to miejsce w doświadczeniach rodowych, zmienność wewnątrz-klonowa jest większa od zmienności między-klonowej. Podobne różnice obserwował Korczyk (1997, 2008a, b, 2010) na innych powierzchniach z klonami reprezentującymi inne kompleksy leśne, założonych w ramach zachowania starych drzew.

Oceniane na powierzchni doświadczalnej szczepy charakteryzowały się stosunkowo dobrymi cechami jakościowymi strzałek i długością koron oraz przeciętnymi cechami szerokości koron, grubości gałęzi oraz kąta ich wyrastania.

W literaturze omawianego zagadnienia brak jest szczegółowej charakterystyki cech jakościowych szczepów, trudno więc odnieść uzyskane wyniki do publikowanych informacji. W funkcjonujących w ramach bazy nasiennej w Lasach Państwowych plantacjach nasiennych przy planowaniu i wyznaczaniu cięć wykonuje się ocenę cech jakościowych szczepów. Pomimo że nie można tych danych bezpośrednio porównywać, skala zmienności cech jakościowych na plantacjach gospodarczych sosny zwyczajnej jest zbliżona do obserwowanej w archiwum klonów w leśnictwie Rygol.

6. Wnioski

Zróżnicowanie cech ilościowych szczepów w archiwum klonów w leśnictwie Rygol jest wysokie i dla większości cech istotne statystycznie. Duże zróżnicowanie występuje zarówno między analizowanymi klonami, jak i wewnątrz klonów co świadczy o jego genetycznym i środowiskowym charakterze.

W pierwszych latach wzrostu potomstwa drzew matecznych (do 6 roku) obserwowano istotne zmiany w przeżywalności poszczególnych klonów, w kolejnym okresie (6–12 lat) zmiany tej cechy były niewielkie i miały raczej charakter losowy (wpływ zwierzyny).

Brak negatywnej korelacji wieku oraz cech ilościowych drzew matecznych ze wzrostem ich potomstwa w archiwum wskazuje na możliwość wykorzystania tej metody rozmnażania zarówno do celów hodowli selekcyjnej drzew leśnych, jak i do zachowania leśnych zasobów genowych.

Zakładanie archiwów klonów cennych, z różnych względów, genotypów drzew leśnych, nawet osobników bardzo starych, wydaje się wystarczająco skuteczną metodą ochrony pojedynczych genotypów.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Źródła finansowania badań

Badania sfinansowano ze środków własnych autorów.

Literatura

- Barzdajn W., Blonkowski S., Burczyk J., Chałupka W., Fonder W., Grądzki T., Gryzlo Z., Kacprzak P., Kowalczyk J., Koziół Cz., Matras J., Pytko T., Rzońca Z., Sabor J., Szeląg Z., Tarasiuk St. 2011. Program zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 2011–2035. DGLP, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 1–142. ISBN 978-83-61633-60-0.
- Bednarek T. 2003. Zmienność osobnicza jodły (*Abies alba* Mill.) z Sudetów Zachodnich w nasiennej plantacji zachowawczej w Nadleśnictwie Kamienna Góra. Praca doktorska, Katedra Hodowli Lasu AR w Poznaniu, 154 s.
- Bobrinev V.P., Pak L.N. 2007. Sozdanie lesosemmenyh plantacij sosny na selekcionnoj osnove v Vostocnom Zabajkal'e. *Lesnoe Chozajstvo*: 29–30.
- Kanák J., Klápště J., Lstibůrek M. 2009. Úvodní genetické hodnocení semenných sadů borovice lesní v západních Čechách. *Zprávy lesnického výzkumu* 3: 189–204.
- Kocięcki S. 1988. Wytyczne w sprawie selekcji drzew na potrzeby nasiennictwa leśnego. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria B*, 7: 1–61.
- Korczyk A.F. 1997. Zachowanie zasobów genowych starych drzew i ginących gatunków drzewiastych w północno-wschodniej Polsce. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa, 29 s.
- Korczyk A.F. 2008a. Archiwa klonów rodzimych i starych drzew sosny zwyczajnej i świerka pospolitego w Puszczy Białowieskiej. *Leśne Prace Badawcze* 69(4): 1–17.
- Korczyk A.F. 2008b. Inwentaryzacja drzew starych i drzew ginących w Puszczy Białowieskiej. *Leśne Prace Badawcze* 69(2): 117–126.
- Korczyk A.F. 2010. Archiwum klonów starych drzew sosny zwyczajnej w Puszczy Knyszyńskiej. *Leśne Prace Badawcze* 71(1): 5–12. DOI 10.2478/v10111-009-0043-9.
- Korczyk A.F., Matras J. 2006. Program zakładania i prowadzenia archiwum klonów drzew leśnych Polski północnowschodniej. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa, 22 s.
- Korczyk A.F., Myszczyńska I. 2012. Archiwum klonów starych drzew sosny zwyczajnej w Puszczy Augustowskiej. *Leśne Prace Badawcze* 73(1): 33–44. DOI 10.2478/v10111-012-0004-6.
- Kroon J., Wennstrom U., Prescher F., Lindgren D., Mullin T.J. 2009. Estimation of clonal variation in seed cone production over time in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchard. *Silvae Genetica* 58(1/2): 53–62. DOI 10.1515/sg-2009-0007.
- Ludwikowska A., Kowalkowski W., Tarasiuk S. 2011. Wzrost szczepów lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.) na plantacji nasiennej w Nadleśnictwie Susz. *Leśne Prace Badawcze* 72(2): 121–130. DOI 10.2478/v10111-011-0013-x.
- Matras J. 1996. Rejestr bazy nasiennej w Polsce. Warszawa, Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Instytut Badawczy Leśnictwa, 328 s.
- Matras M. 2012. Zróżnicowanie wybranych cech szczepów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z Puszczy Augustowskiej. Maszynopis pracy magisterskiej, 81 s.
- Niemczyk M. 2005. Struktura genetyczna jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) w Karkonoskim Parku Narodowym oraz wzrost

- szczepów jodły w klonowych archiwach genetycznych. Praca doktorska. Katedra Hodowli Lasu AR w Poznaniu, 135 s.
- Sokołowski A.W. 2006. Lasy północno-wschodniej Polski. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 359 s. ISBN 9788389744401.
- Šejkina O.V., Lebedeva E.P. 2010. Semenošenje klonov pljusovych derev'ev sosny obyknovennoj na lesesemennoj plantaciji v Ęuvašskoj Respublike. *Lesnyj Źurnal* 1: 48–52.
- Trojakiewicz M., Burczyk J. 2005. Efektywna liczba klonów na plantacjach nasiennych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). *Sylwan* 149(11): 50–58. DOI 10.26202/sylwan.2004034.
- Wilczkiewicz M. 1975. Badania z zakresu zakładania, prowadzenia i użytkowania plantacji nasiennych Św, Md, So, Bk, Jw. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa, 82 s.

Wkład autorów

M.M-Z – koncepcja pracy, przygotowanie maszynopisu, korekta; M.M-Z., A.Z. – prace terenowe, opracowanie metodyki, A.Z. – przegląd literatury.