

RYSZARD MIŚ

Statystyczna ocena przebiegu wzrostu wysokości sosny i świerka, przy różnym udziale gatunku drzewa w składzie drzewostanu

Статистическая оценка динамики роста по высоте сосны и ели при разном участии древесных пород в составе насаждения

Statistical evaluation of the course of height growth in pine and spruce with various proportions of those tree species in stand composition

Znajomość prawidłowości w kształtowaniu się dynamiki wzrostowej i wydajności określonych gatunków drzew, w okresie całej kolei rębności, stała się obecnie dla leśnictwa sprawą podstawową. Poznanie tych prawidłowości pozwala bowiem między innymi na świadomy dobór takich gatunków drzew oraz optymalnych proporcji w zmieszaniu, które w danych warunkach siedliskowych powinny stanowić główny cel produkcji. Na dokładnej znajomości dynamiki wzrastania i wydajności poszczególnych gatunków drzew w drzewostanach litych i mieszanych musi również opierać się przebudowa drzewostanów.

Należałoby więc częściej podejmować badania zmierzające do rozwiązania tego zagadnienia, zwłaszcza w odniesieniu do mało poznanych drzewostanów mieszanych. Długotrwałość tego typu prac badawczych oraz trudności metodyczne spowodowały, że zagadnieniem tym zajmowano się dotychczas niechętnie. Uzyskane jednak wyniki podjętych już wielkoobszarowych badań nad wydajnością drzewostanów mieszanych (3) nakładają do ich kontynuowania i rozszerzenia.

Celem pracy było dokonanie statystycznej oceny dynamiki wzrostu drzewostanów mieszanych przy różnym udziale gatunków drzew w ich składzie. Z przeprowadzonych wcześniej badań wynikało, że przebieg wzrostu drzew tego samego gatunku jest zależny od udziału w składzie drzewostanu (3). Nie ustalono jednak wówczas, czy różnice w sposobie wzrastania należy uznać za istotne ze statystycznego punktu widzenia.

Rozwiązanie tego zagadnienia pozwoliłoby na teoretyczne uzasadnienie stosowania tych samych tablic zasobności i przyrostów w odniesieniu do drzewostanów litych i mieszanych lub wykazałoby, że postępowanie takie jest nieuzasadnione. Praca zmierzała do wyjaśnienia, czy można określić wspólną krzywą regresji charakteryzującą przeciętny przebieg wzrostu gatunku drzewa bez względu na jego udział w składzie drzewostanu.

Do badań wykorzystano pomiar 983 drzewostanów z udziałem sosny

i świerka, na siedlisku boru mieszanego świeżego, przeprowadzony w toku prac urządzeniowych na terenie 15 nadleśnictw tworzących obiekt badań (3).

Liczebność drzewostanów w przyjętych umownie rodzajach zmieszania przedstawiała się następująco:

rodzaj zmieszania %		liczba drzewostanów
sosna	świerk	
90	10	318
80	20	
70	30	349
60	40	
50	50	63
40	60	
30	70	142
20	80	
10	90	111
		983

Każdy rodzaj zmieszania stanowił grupę drzewostanów równowiekowych, wzrastających w warunkach tego samego typu siedliskowego lasu, mających tę samą strukturę (drzewostany jednopiętrowe) wynikającą ze stosowania w nich tego samego (zrębowego) sposobu zagospodarowania lasu. Były to więc grupy drzewostanów o stosunkowo wysokim stopniu jednorodności pomimo istniejących zapewne różnic w zabiegach pielęgnacyjnych¹. Uznano, że stopień jednorodności drzewostanów, w każdym z pięciu rodzajów zmieszania, jest odpowiednio wysoki, aby można było zbadać wpływ rodzaju zmieszania na przebieg wzrostu każdego z gatunków drzew oddzielnie.

Dla rozwiązania postawionego w pracy problemu — czy można określić wspólną krzywą regresji, która charakteryzowałaby przeciętny przebieg wzrostu gatunku drzewa bez względu na jego udział w składzie drzewostanu, czy też zachodzi konieczność przedstawienia krzywej wzrostu gatunku drzewa oddzielnie dla każdego rodzaju zmieszania — zastosowano znaną w statystyce metodę polegającą na porównaniu kilku krzywych regresji (2). Metoda ta sprawdza czy odpowiednie współczynniki w poszczególnych krzywych regresji są jednakowe oraz czy odległości między krzywymi są istotne.

Jeśli przez p oznaczymy liczbę krzywych regresji, a przez k — liczbę zmiennych, to hipoteza zerowa sprawdzająca współczynniki regresji jest $H_0 : B_{lj} = B_{wj}$ dla

$l = 1, 2, \dots, p$
 $j = 1, 2, \dots, k$

B_{wj} — oznacza wspólny j -ty współczynnik regresji wewnątrz rodzajów zmieszania.

¹ Dowodzi tego wysoki stopień zależności przeciętnej wysokości drzewostanów od ich wieku oraz zasobności na 1 ha od przeciętnej wysokości drzewostanów, które to zależności Assmann uznaje za podstawowe (1). Współczynnik korelacji od +0,80 do +0,85, przy stosunkowo niskim współczynniku zmienności (22—25%) potwierdził przypuszczenia, że przyjęte w pracy rodzaje zmieszania mogą stanowić grupy drzewostanów jednorodnych.

Testem do sprawdzenia tej hipotezy jest test F określony wzorem:

$$F = \frac{E - E'}{E'} \cdot \frac{p(n - k - 1)}{k(p - 1)}$$

w którym: $E = \sum (y - Y)^2$ jest przeciętną (wspólną) sumą kwadratów odchyłeń losowych z $p(n - 1) - k$ stopniami swobody,

$E' = \sum \sum (y - Y)^2$ jest sumą kwadratów odchyłeń losowych, dla p regresji, z $p(n - k - 1)$ stopniami swobody.

Test F określony tym wzorem sprawdza tylko różnice między współczynnikami regresji, lecz nie sprawdza odległości między poszczególnymi krzywymi. Krzywe mogą być równoległe, lecz przebiegają jedne wyżej drugie niżej. Tego rodzaju zjawisko spotyka się w leśnictwie np. przy bonitowaniu drzewostanów.

Może jednak zdarzyć się, że krzywe nie różnią się nie tylko parametrami, lecz nawet odległościami. W takim przypadku można określić jedną wspólną krzywą regresji, która będzie charakteryzowała ogólny, przeciętny przebieg zjawiska. Należy wówczas sprawdzić hipotezę, czy odległości pomiędzy krzywymi nie są istotne, tzn. $H_0: B_{10} = B_{20} = \dots = B_{p0}$.

Jeśli krzywe nie są równoległe wówczas testem dla tej hipotezy jest test F określony wzorem:

$$F = \frac{G - E'}{E'} \cdot \frac{p(n - k - 1)}{(k + 1)(p - 1)}$$

Gdy krzywe są równoległe, wówczas test sprawdzający hipotezę, czy nie można znaleźć jednej wspólnej krzywej regresji jest:

$$F = \frac{G - K}{E} \cdot \frac{p(n - 1) - k}{p - 1}$$

Bliższe szczegóły dotyczące teorii statystycznego badania prawidłowości zjawisk w czasie i przestrzeni dostępne są w literaturze (2).

Wydaje się, że metoda ta stosowana między innymi w rolnictwie do stwierdzenia regularności pewnych zjawisk, bądź ich odrębności uwarunkowanej wpływem czynników klimatyczno-glebowych i meteorologicznych, może być używana także w leśnictwie. Szczególnie przydatna mogłaby się okazać przy bonitowaniu drzewostanów i typów siedliskowych lasu. Celowe wydawało się także podjęcie próby wykorzystania tej metody dla wyjaśnienia problemu przedstawionego w niniejszej pracy.

Ryc. 1 i 2 obrazują wzrost przeciętnej wysokości sosny i świerka (drzewostan pozostający) dla pięciu kombinacji udziału w składzie gatunkowym drzewostanu. Już wstępna analiza przebiegu wzrostu sosny i świerka wykazuje, że jest on w znacznym stopniu uzależniony od rodzaju zmieszania. Należało jednak dowieść iż różnice są istotne i że wobec tego nie można stosować jednej krzywej przedstawiającej przeciętny wzrost wysokości dla wszystkich rodzajów zmieszania.

W tabelach 1 i 2 przedstawiono regresję między przeciętną wysokością sosny i świerka a wiekiem drzew.

Regresja między przeciętną wysokością sosny a wiekiem drzewostanu w poszczególnych rodzajach zmieszania

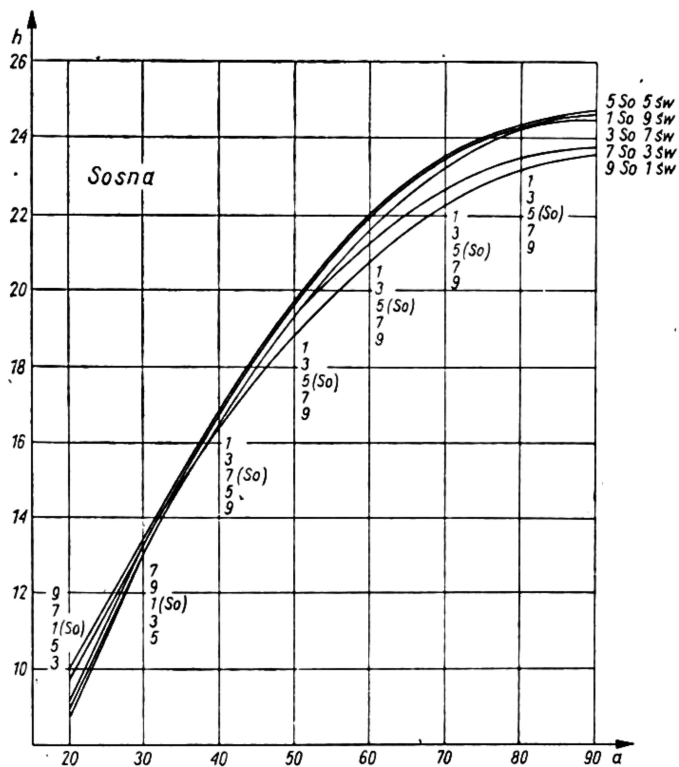
Tabela 1

Rodzaj zmieszania	$\Sigma (x - \bar{x})^2$	$\frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(x^2 - \bar{x}^2)}$	$\Sigma (x^2 - \bar{x}^2)$	$\frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(y - \bar{y})}$	$\Sigma (x^2 - \bar{x}^2) \frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(y - \bar{y})}$	$\Sigma (y - \bar{y})^2$	b_1	b_2	R^2	$\Sigma (y - \bar{y})^2$
9 So 1 Św	115 408,00	-3 169 784,0	127 022,080	22 158,000	-713 778,4	6 014,656	0,119699	-0,00263228	0,753352	1483,5029
8 So 2 Św										
7 So 3 Św										
6 So 4 Św	124 126,00	-3 081 632,0	122 742 560	23 228 640	-719 133,6	6 761,420	0,110651	-0,00308081	0,707808	1975,6328
5 So 5 Św	21 727,00	338 793,6	13 597 456	4 572,064	45 625,4	1 351,746	0,258569	-0,00308708	0,770370	310,4014
4 So 6 Św	26 036,64	-1 370 873,6	53 837 744	11 732,396	-357 464,8	3 551,887	0,124479	-0,00347004	0,760399	851,0322
3 So 7 Św										
2 So 8 Św	34 830,76	316 718,4	14 927 872	7 884,000	31 473,5	2 564,992	0,256704	-0,00333802	0,748071	646,1958
1 So 9 Św										
Suma	352 128,40	-6 966 777,6	332 127 712	69 575,100	-1 713 277,9	20 244,701				5266,7651
Wspólna	352 128,40	-6 966 777,6	332 127 712	69 575,100	-1 713 277,9	20 244,701	0,163293	-0,00173322	0,707870	4914,0845
Ogólna	354 661,68	-9 277 693,6	371 424 800	69 971,928	-2 221 216,0	20 393,624	0,117875	-0,00303589	0,735098	5402,3118

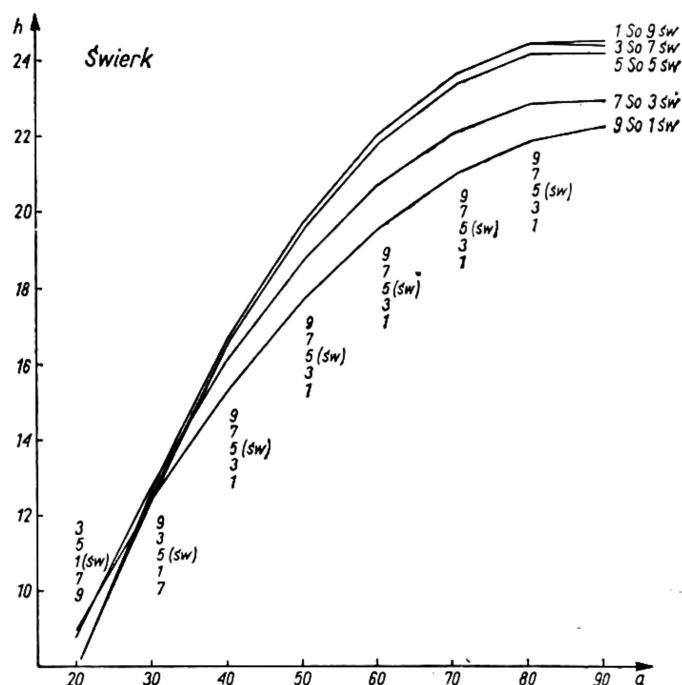
Regresja między przeciętną wysokością świerka a wiekiem drzewostanu w poszczególnych rodzajach zmieszania

Tabela 2

Rodzaj zmieszania	$\Sigma (x - \bar{x})^2$	$\frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(x^2 - \bar{x}^2)}$	$\Sigma (x^2 - \bar{x}^2)$	$\frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(y - \bar{y})}$	$\Sigma (x^2 - \bar{x}^2) \frac{\Sigma (x - \bar{x})}{(y - \bar{y})}$	$\Sigma (y - \bar{y})^2$	b_1	b_2	R^2	$(y - \bar{y})^2$
9 So 1 Św	115 408,24	-3 169 778,4	127 004 448	21 134,856	-652 800,0	7 170,7432	0,133407	-0,00181039	0,558012	3 169,3824
8 So 2 Św										
7 So 3 Św										
6 So 4 Św	124 126,08	-3 081 628,0	122 742 480	23 368,484	-733 593,2	7 961,8800	0,105877	-0,0033847	0,616512	3 053,2854
5 So 5 Św	21 727,00	338 793,6	13 597 456	4 603,808	43 923,7	1 405,7144	0,264150	-0,00335126	0,760393	336,8190
4 So 6 Św	56 036,64	-1 370 873,6	53 837 744	12 168,452	-381 216,9	4 110,8732	0,116493	-0,00411457	0,726337	1 124,7883
3 So 7 Św										
2 So 8 Św	34 830,76	316 718,4	14 927 872	7 702,564	28 895,7	2 948,9916	0,252196	-0,00341505	0,625256	1 105,1169
1 So 9 Św										
Suma	352 128,72	-6 966 768,0	332 110 000	68 978,164	-1 694 790,7	23 598,2024				8 789,3920
Wspólna	352 128,72	-6 966 768,0	332 110 000	68 978,164	-1 694 790,7	23 598,2024	0,162274	-0,00169902	0,596352	9 525,3672
Ogólna	351 221,16	-9 262 780,0	371 356 640	68,149,340	-2 151 938,2	23 147,8332	0,120432	-0,00279086	0,614015	8 934,7164



Ryc. 1. Wzrost wysokości przeciętnej (h) z wiekiem (a) u sosny w zależności od jej udziału w składzie gatunkowym drzewostanu



Ryc. 2. Wzrost wysokości przeciętnej (h) z wiekiem (a) u świerka w zależności od jego udziału w składzie gatunkowym drzewostanu

Testem F sprawdzono dla obu gatunków hipotezę $H_0: B_1 = B_{w1}, B_2 = B_{w2}$. Okazało się, że w obu przypadkach, tzn. i dla sosny i dla świerka, nie mamy podstaw do przyjęcia hipotezy, że współczynniki B_{w1} i B_{w2} „wspólne” charakteryzują przeciętny przebieg wzrostu wysokości.

	F obliczone		F tabelaryczne
Sosna	14,92	>	1,95 przy $\alpha = 0,05$ 2,53 przy $\alpha = 0,01$
Świerk	10,16	>	1,95 przy $\alpha = 0,05$ 2,53 przy $\alpha = 0,01$

Współczynniki regresji dla pięciu rodzajów zmieszania różnią się istotnie i należy przyjąć, że w każdym rodzaju zmieszania przebieg wzrostu wysokości sosny i świerka był odmienny. Udowodniono więc statystycznie, na podstawie odpowiednio liczego materiału, że nie można w przypadku drzewostanów z udziałem sosny i świerka stosować jednej krzywej wzrostu wysokości dla gatunku drzewa. Proces wzrostu tych dwóch gatunków drzew już przy różnicy o 2 jednostki w składzie drzewostanu przebiega inaczej. Trudno zatem uznać za poprawne stosowanie tych samych tabel zasobności i przyrostów w odniesieniu do drzewostanów litych i mieszanych. Oczywiście są duże trudności w zebraniu odpowiedniego materiału badawczego i skonstruowaniu tabel dostosowanych do wszystkich drzewostanów mieszanych. Należałoby jednak już dzisiaj podjąć odpowiednie badania, które w efekcie pozwoliłyby uzyskać konkretne dane

choćby dla niektórych, ważniejszych w gospodarce leśnej, form zmieszania gatunków drzew.

Wydaje się, że w powstającym obecnie planie badań z zakresu leśnictwa trzeba większą uwagę zwrócić na prace zmierzające do poznania procesu wzrostu i ustalenia poziomu wydajności drzewostanów mieszanych. Tylko takie bowiem opracowania mogą określić najbardziej produkcyjne formy zmieszania gatunków drzew w różnych warunkach siedliskowych.

LITERATURA

1. Assmann E. — Nauka o produktywności lasu. PWRiL Warszawa 1968.
2. Elandt R. — Statystyczne badanie prawidłowości zjawisk w czasie i przestrzeni. Roczniki Nauk Rolniczych. Tom 79-R-1, 1958.
3. Miś R. — Badania nad wydajnością drzewostanów mieszanych Bałtyckiej Krainy przyrodniczo-leśnej. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, 1970.

*Z Katedry Urządzania Lasu
Wyższej Szkoły Rolniczej
w Poznaniu*

Краткое содержание

Автор стремился выяснить можно ли определить одну общую кривую регрессии характеризующую среднюю динамику роста по высоте определенной древесной породы независимо от участия этой породы в составе насаждения. Для решения этой проблемы был применен известный в статистике метод основывающийся на сравнении нескольких кривых регрессии. Метод этот проверяет одинаковы ли соответствующие коэффициенты в отдельных кривых регрессии, а также существенны ли расстояния между кривыми.

При помощи теста F проверено для сосны и ели гипотезу $H_0: B_1 = B_{w1}, B_2 = B_{w2}$. Оказалось, что в обоих случаях, т.е. для сосны и для ели, нет основания для принятия гипотезы, что коэффициенты B_{w1} и B_{w2} «общие» характеризуют среднюю динамику роста по высоте.

Процесс роста сосны и ели в смешанном насаждении, в условиях местопроизрастания бора смешанного свежего, протекает иначе, уже при условии разницы в две единицы в составе насаждения.

Summary

Author intended to find out if one common regression curve may determine the average growth course of a definite tree species irrespectively of the species contribution to the composition of stand. For the solution of this problem there was applied a known in statistics technique consisting in a comparison of several regression curves. The technique tests whether adequate coefficients in individual regression curves are equal and whether distances among curves are significant.

The hypothesis $H_0: B_1 = B_{w1}, B_2 = B_{w2}$ was tested with the F test for pine and spruce. It appeared that in both cases, i.e. for pine and for spruce, there are no bases for accepting the hypothesis that „common” coefficients B_{w1} and B_{w2} characterize an average course of the height growth.

Growth process in pine and spruce growing in mixture on the site of fresh mixed coniferous forest has different course already with the difference of two units in the composition of stand.