

ADAM LECH, KRZYSZTOF PRZYBORSKI, MIROSLAW ZAWADZKI

Zależność wydajności wycieku żywicy od pierśnicy drzewa

Зависимость производительности выделения смолы
от диаметра на высоте груди дерева

Relation between the resin flow and the breast height diameter

I. GENEZA

Zagadnienie wydajności wycieku żywicy rozpatrywane było z różnych punktów widzenia. W znanych nam opracowaniach podejmowano próby ustalenia wpływu czynników przyrodniczych i technologicznych na wydajność żywiczną.

W niniejszej pracy podjęliśmy zagadnienie zależności wydajności żywicznej od pierśnicy drzewa.

Jak podaje Grochowski (3), na podstawie prac Cichowicz i Strzałkowskiej (1, 2), zależność wydajności żywicy od pierśnicy drzewa jest stosunkowo silna i we wspomnianych badaniach wynosiła 51,6%. Teoretycznie zaś istnieje możliwość wyłączenia 58,8% zmienności przy uwzględnieniu 11 zmiennych. Wydaje się, iż należałoby tu postawić pytanie dotyczące statystycznej istotności wpływu cech taksacyjnych. Jeśli bowiem zmienność pierśnicy eliminuje 51,6%, to na pozostałe 10 cech przypada 7,2%. Wydaje się to stosunkowo niewiele.

Niezależnie od wpływu innych cech i zróżnicowania wydajności wycieku w obrębie drzew o tej samej pierśnicy, przyjęto pogląd, iż ze wzrostem grubości drzewa wzrasta statystycznie wydajność żywiczna. Teza ta jest praktycznie mało dyskutowana. Nie można bowiem wykluczyć wpływu zmian fizjologicznych narastających z wiekiem, zwarcia, stanowiącego biosocjalnego, skorelowanych z pierśnicą, na wydajność żywiczną. Jednakże oprócz wielu czynników przyrodniczych, z pierśnicą związane są czynniki technologiczne. Z instrukcji żywicowania wynika bowiem, że szerokość spały zależy od pierśnicy. Ustalona jest stała, względna szerokość spały równa 0,7 obwodu pnia przy jednej spale lub 0,75 przy dwóch i więcej spalach. Im większa pierśnica, tym dłuższe nacięcie, tym więcej kanałów uczestniczy w wycieku żywicy. Długość nacięcia ma tu więc istotne znaczenie. Duża pierśnica daje podstawę do wykonywania dłuższych nacięć. Czy jednak grubsze drzewa mają większą wydajność

żywiczną? Odpowiedzi na to pytanie mogłyby udzielić doświadczenia z pomiarem wielkości wycieku uzyskanego z nacięć o tej samej długości wykonanych na drzewach o różnych pierśnicach. Autorzy jednak nie dysponują takim materiałem. Posiadane przez nas dane empiryczne pozwalają jedynie na teoretyczne przybliżenie omawianego problemu. Natomiast w pracy Strzałkowskiej i Cichowicz (2) praktycznie wykazano duże zróżnicowanie wydajności żywicznej z drzew o tej samej pierśnicy, a więc o takich samych lub zbliżonych długościach nacięć. Autorki przyjęły pogląd, iż większa wydajność związana jest tu z lepkością żywicy.

Na wydajność wycieku może również mieć wpływ aktywność komórek żywicorodnych lub inne cechy anatomiczne.

Połujan-Laurow A. i Laurow Z. (4, 5) analizując strukturę przewodów żywicznych dochodzą do wniosku, że liczebność i wymiary przewodów poprzecznych nie są zgodne ze zmianami wydajności, natomiast liczebność i średnica przewodów podłużnych w małym tylko stopniu odzwierciedlają te zmiany. Stosunkowo najsilniej na potencjalne możliwości wycieku wskazuje iloczyn liczebności przewodów i czwartej potęgi średniej potęgowej ich średnicy.

W wyniku dyskusji literatury i po przeanalizowaniu wielu zmienionych uważamy, że można zaproponować poniższy orientacyjny schemat podziału i powiązań czynników oddziałujących na wydajność wycieku żywicy (ryc. 1).

II. METODYKA BADANIA WSPÓLZALEŻNOŚCI I MATERIAŁ EMPIRYCZNY

Na podstawie przyjętego podziału powiązań czynników oddziałujących na wydajność wycieku żywicy z nacięcia (ryc. 1) przyjęliśmy, że ilość wydzielanej żywicy jest proporcjonalna do możliwości indywidualnych drzewa i oddziaływania czynników technologicznych. Zależność tę można ująć w następującym wzorze:

$$W = c \cdot \gamma \quad (1)$$

gdzie:

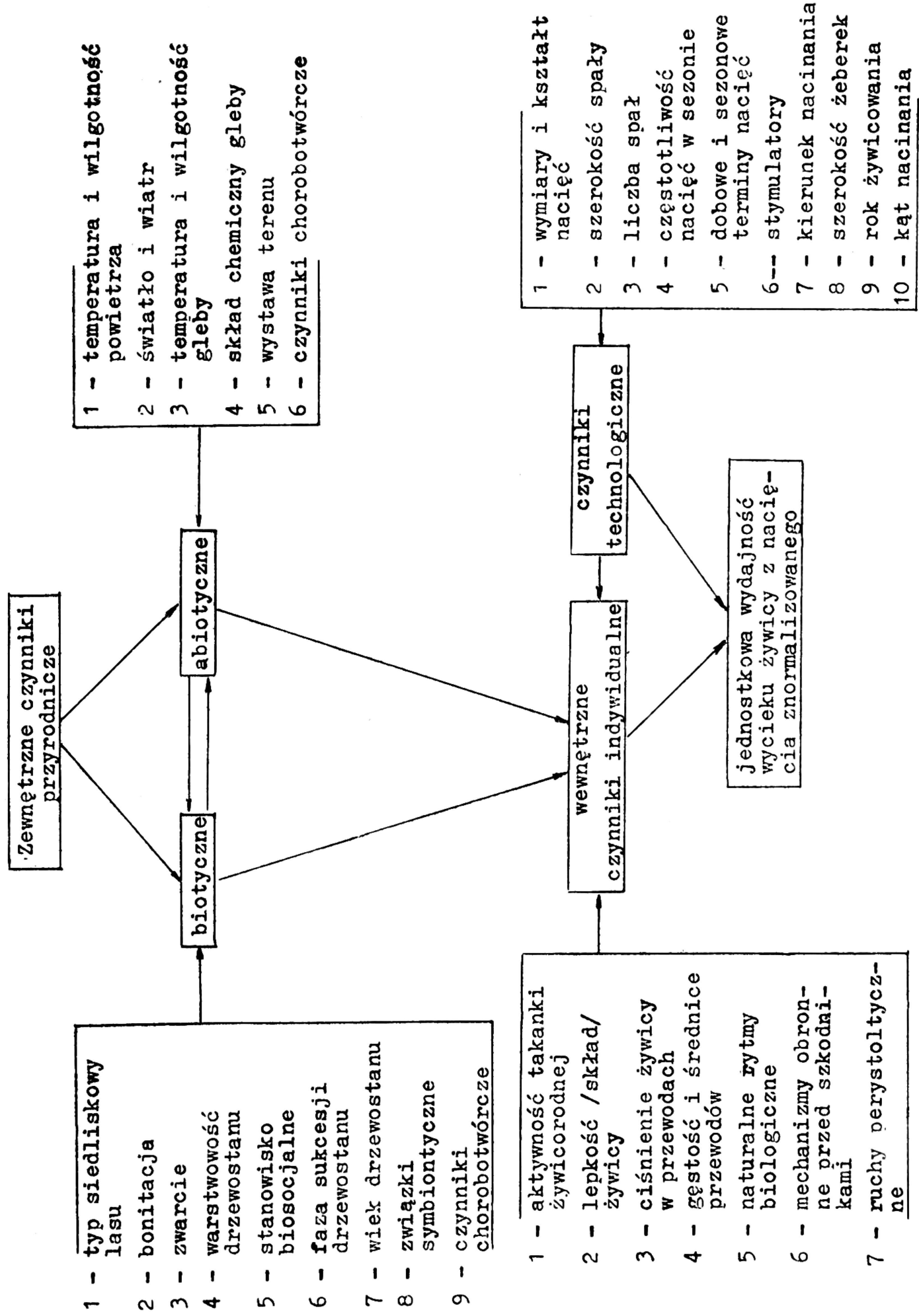
c — parametr proporcjonalny do oddziaływań czynników technologicznych

γ — parametr określający indywidualne możliwości wydajności żywicznej z nacięcia znormalizowanego

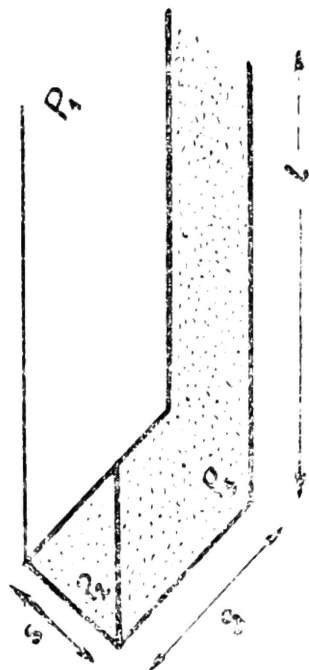
W — ilość wydzielonej (pozyskanej) żywicy

A zatem im wyższy parametr c , tj. adekwatne i doskonalsze technologie, wielkość pozyskanej żywicy wzrasta. Wielkość W wzrasta również, gdy swoboda wycieku żywicy, jej aktywna produkcja i przemieszczanie w kanałach wzrastają. Parametr γ określa tu indywidualne możliwości wycieku żywicy z nacięcia długości np. 10 cm.

Ryc. 1 Schemat podziału i powiązań czynników kształtujących jednostkową wydajność wycieku żywicy.

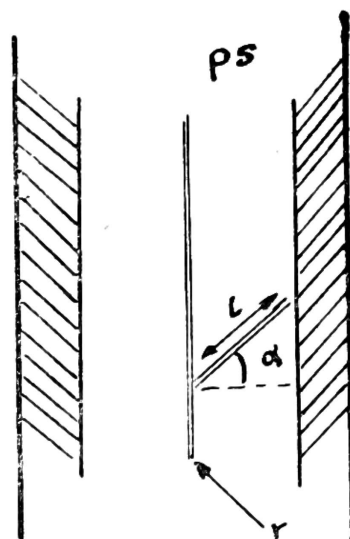


Po założeniu spały i zrobieniu nacięcia ilość wyciekającej żywicy (W) jest sumą wycieku (W_i) z trzech płaszczyzn otwartych żłobikiem (ryc. 2 i 3).



Ryc. 2. Uproszczony schemat nacięcia

s — szerokość nacięcia,
 g — głębokość nacięcia,
 l — długość nacięcia



Ryc. 3. Geometryczny schemat spały

α — kąt nachylenia,
 r — rowek ściskowy,
 ps — powierzchnia spały

Z każdej płaszczyzny P_i ilość wyciekającej żywicy (W_i) jest proporcjonalna do ilości otwartych kanałów żywicznych, a więc do wielkości płaszczyzny i jednostkowej wydajności. Możemy więc zapisać równanie:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = gl\gamma + sl\gamma + gl\gamma = l(2g\gamma + s\gamma) \quad (2)$$

We wzorze tym ujawniają się następujące wprost proporcjonalne zależności (W):

— od najdłuższego wymiaru l , oddziałującego na trzech płaszczyznach,

— od głębokości nacięcia, wpływającej na wielkość W na dwóch płaszczyznach,

— od szerokości nacięcia, wymiaru zawierającego się na jednej płaszczyźnie.

Uwzględniając fakt minimalnych średnic przewodów poprzecznych, jak również przesłanki empiryczne, możemy we wzorze (2) wielkość $s\gamma$ przyjąć za zanedbywalnie małą i równanie (2) uprościć do postaci:

$$W = 2gl\gamma \quad (3)$$

Na podstawie analogii wzorów (1) i (3) przyjmujemy, że

$$c = 2gl \quad (4)$$

We wzorze tym wielkość l możemy wyrazić jako funkcję pierśnicy. Z ryc. 2b wynika bowiem, że

$$l = 0,7 \frac{1}{2} \Pi d_{1,3} (\cos\alpha)^{-1}$$

stąd

$$c = 2g \frac{1}{2} \Pi d_{1,3} (\cos\alpha)^{-1}$$

przyjmując przeciętną głębokość nacięcia równą 0,5 cm i $\alpha = 45^\circ$ otrzymujemy:

$$c_1 = 1,555 d_{1,3} \text{ — dla drzew jednospałowych} \quad (5)$$

lub

$$c_2 = 1,666 d_{1,3} \text{ — dla drzew wielospałowych}$$

dla danego drzewa, w danym momencie rozwoju, jest to wartość stała. Podstawiając wartość (5) do wzoru (1) otrzymujemy

$$W = 1,555 \cdot d_{1,3} \cdot \gamma \quad (6)$$

Na podstawie powyższego wzoru można obliczyć wartość współczynnika γ

$$\gamma_1 = \frac{W}{1,555 \cdot d_{1,3}} \text{ — dla drzew jednospałowych} \quad (7)$$

lub

$$\gamma_2 = \frac{W}{1,666 \cdot d_{1,3}} \text{ — dla drzew wielospałowych}$$

W tym celu na wyznaczonych trzech powierzchniach doświadczalnych dokonano losowego wyboru drzew, na których pomierzono pierśnice oraz wielkość wycieku żywicy (W) metodą ważeń indywidualnych. Powierzchnie doświadczalne zlokalizowane były w drzewostanach sosnowych (z sadzenia) na glebach słabo zbielicowanych, wytworzonych z piasków luźnych, słabo gliniastych, w terenie nizinnym. Skróconą charakterystykę powierzchni doświadczalnych przedstawia tab. 1.

Warunkiem porównywalności materiału było stosowanie jednakowych czynników technologicznych w obrębie porównywanych powierzchni. Warunek ten został spełniony, gdyż na wszystkich powierzchniach żywicowanie przebiegało w obiegu 4-letnim przy zastosowaniu jednego typu stymulatora, ekstraktu drożdżowego. Nacięcia wykonywano dwa razy w tygodniu. W analizie statystycznej uwzględniono wyniki ważeń po dwóch nacięciach w pierwszym terminie pozyskania, w drugim roku obiegu.

Dla każdego wyniku ważenia obliczono, korzystając ze wzorów (5 i 7), wartości parametrów. Następnie dla pozyskania pierśnic oraz parametrów c i γ wyliczono wartości średnie i odchylenia standardowe oraz współczynniki korelacji liniowej pomiędzy tymi zmiennymi. W kolejnym etapie obliczeń dokonano analizy wariancji rozpatrywanych zmiennych w

Charakterystyka powierzchni doświadczalnych

Powierzchnia	Typ siedliskowy	Bonitacja	Zadrzewienie	Termin ważenia	Wiek lata	Liczba drzew losowych
Niedźwiady	Bśw	II	0,8	09.06.79	80	31
Bolewice	BMśw	II	0,8	30.05.79	90	32
Rogów	BMśw	II/III	0,7	05.06.79	85	30

Opis powierzchni wg planów urzędzeniowych na 1978 r.

klasyfikacji pojedynczej przyjmując hipotezę o równości średnich dla rozpatrywanych trzech powierzchni badawczych.

III. DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyniki obliczeń wartości parametrów statystycznych zamieszczamy w tabelach 2—7.

Tabela 2

Charakterystyka analizowanych zmiennych dla powierzchni doświadczalnych

Powierzchnia	x1 — wielkość wycieku		x2 — pierśn. (cm)		x3 — wsp. c		x4 — wsp. γ	
	śr. x1	σ x1	śr. x2	σ x2	śr. x3	σ x3	śr. x4	σ x4
Niedźwiady	166,2	79,11	31,8	6,49	49,4	10,10	3,29	1,05
Bolewice	134,6	63,66	28,6	4,91	44,5	7,64	2,97	1,19
Rogów	186,8	72,09	32,2	4,93	50,1	7,66	3,67	1,22

Jak widać z tab. 2, największy wyciek żywicy obserwowano na powierzchni w Rogowie, najmniejszy w Bolewicach, zaś wartości pośrednie otrzymano dla Niedźwiad. Takie uszeregowanie powierzchni doświadczalnych zachowane jest również dla wartości pierśnic oraz współczynników c i γ . Widzimy więc, że wielkość wycieku była największa tam, gdzie nacięcia dokonywane były na drzewach o najwyższej przeciętnej pierśnicy. Zweryfikujmy zatem hipotezę o równości średnich wielkości wycieku żywicy na poszczególnych powierzchniach.

Jak widać z tab. 3, różnice pomiędzy wyciekami żywicy są istotne. Hipotezę o równości średnic odrzucamy na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Następnie zweryfikowano hipotezę o równości średnich pierśnic wybranych drzew na powierzchniach badawczych.

Tabela 3

Analiza wariancji wielkości wycieku żywicy na powierzchniach doświadczalnych

Nr obiektu	Liczba powtórzeń	Suma powtórzeń	Suma kwadratów powtórzeń	Średnia
1	31	5,152,2	1 050 305,75	166,2
2	32	4 307,2	709 432,15	134,6
3	30	5 604,0	1 202 736,25	186,0

Sumy 93 15 063,4 2 962 474,25 XX

Średnia ogólna = 161,97204

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	F obl.
między grupami wewnątrz grup (błąd)	43 022,313	2	21 511,156	4,037
całkowita	479 602,310	90	5 328,915	
	522 624,624	92	5 680,702	$\alpha=0,05$

Jak widać z tab. 4, wartości średnich pierśnic na wybranych powierzchniach są istotnie różne na poziomie $\alpha = 0,05$. Wielkości pozyskania i pierśnic różnicują się tu istotnie. Nie oznacza to jednak, że grubość drzewa wpływa statystycznie decydująco na wielkość wycieku. Naszym zdaniem, chodzi tu o długość nacięcia, nie zaś o grubość drzewa. Zwe-

Tabela 4

Analiza wariancji pierśnic wybranych drzew na powierzchniach doświadczalnych

Nr obiektu	Liczba powtórzeń	Suma powtórzeń	Suma kwadratów powtórzeń	Średnia
1	31	985,8	32 654,162	31,8
2	32	915,2	26 946,179	28,6
3	30	966,0	31 834,347	32,2

Sumy 93 2 867,0 91 434,685 XX

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	F obl.
między grupami wewnątrz grup (błąd)	244,607	2	122,304	3,922
całkowita	2 806,328	90	31,181	
	3 050,936	92	33,162	$\alpha=0,05$

ryfikujemy hipotezę o równości parametru c na wybranych powierzchniach. Przy ustalonych wcześniej jednakowych działaniach technologicznych oraz terminie pozyskania żywicy parametr c , jak wynika ze wzoru (4), zawiera w sobie głównie wpływy długości nacięć.

Jak wynika z tab. 5, pomiędzy powierzchniami istnieją istotne różnice w wielkości parametru c , tj. długości nacięć. Tak więc widzimy, że istotne różnice w wielkości wycieku żywicy można powiązać przy jednakowych czynnikach technologicznych z istotnymi różnicami w długościach nacięć.

Tabela 5

**Analiza wariancji wielkości parametru c
na powierzchniach doświadczalnych**

Nr obiektu	Liczba powtórzeń	Suma powtórzeń	Suma kwadratów powtórzeń	Średnia
1	31	1 531,4	78 813,465	49,4
2	32	1 424,0	65 235,827	44,5
3	30	1 503,0	77 060,560	50,1
Sumy	93	4 458,4	221 109,860	XX

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	F obl.
między grupami	584,715	2	292,357	3,875
wewnątrz grup				
(błąd)	6 790,406	90	75,449	
całkowita	7 375,121	92	80,164	$\alpha = 0,05$

Następnie zweryfikowaliśmy hipotezę o równości parametru γ odzwierciedlającego indywidualne możliwości wydajności żywicznej z nacięcia znormalizowanego.

Jak widać z tab. 6, wartość F oblicz. = 2,753 jest tu mniejsza od wartości krytycznej $F_{(2,90,0.05)} = 3,10$. Tym samym nie mamy podstaw do odrzucenia hipotezy o równych średnich wartościach parametru γ na porównywanych powierzchniach. Test F nie wykazuje tu istotnych różnic.

Po przeprowadzonych analizach wariancji mamy więc sytuację następującą: istotne różnice w średnich wielkościach wycieku, w średnich pierśnicach, w średnich długościach nacięć oraz brak istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami jednostkowej wydajności γ . W takim układzie za wielkość wycieku wydaje się odpowiadać wielkość pierśnicy lub długość nacięcia. Wartość parametru γ , nie różnicująca się istotnie pomiędzy powierzchniami badawczymi, mogłaby wydawać się mało ważna. Jednakże istotność różnic pomiędzy średnimi w zasadzie nie pozwala

domniemywać związków przyczynowych czy korelacyjnych. W dalszym etapie dokonano obliczeń wartości współczynników korelacji dla analizowanych zmiennych.

Tabela 6

**Analiza wariancji wielkości parametru γ
na powierzchniach doświadczalnych**

Nr obiektu	Liczba powtórzeń	Suma powtórzeń	Suma kwadratów powtórzeń	Średnia
1	31	101,99	369,725	3,29
2	32	95,04	327,584	2,97
3	30	110,10	448,719	3,67
Sumy	93	307,13	1 146,028	XX

Średnia ogólna = 3,30247

Zródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody	Średni kwadrat	F obl.
wewnątrz grup	7,594	2	3,797	2,753
między grupami (błąd)	124,145	90	1,397	
całkowita	131,739	92	1,432	

Tabela 7

Wartość współczynnika korelacji dla analizowanych zmiennych

Powierzchnia	Cechy skorelowane			
	wyciek — pierśnica x1 — x2	wyciek — par. c x1 — x3	wyciek — par. γ x1 — x4	pierśnica — par. γ x2 — x4
Niedźwiady	0,680**	0,680**	0,901**	0,329
Bolewice	0,509**	0,509**	0,958**	0,253
Rogów	0,643**	0,643**	0,927**	0,324

Istotność korelacji na poziomie $\alpha = 0,01$ (**)

Jak widać z tab. 7, najsilniejsze korelacje zachodzą między wielkością wycieku a parametrem jednostkowej wydajności (γ). Im wyższa jednostkowa wydajność, tym wyższy wyciek. Zależność ta jest zdecydowanie silniejsza od zależności wielkości wycieku z parametrem technologicznym (c), obrazującym wpływ długości nacięcia. Korelacje wielkości wy-

cieku z pierśnicą drzewa są tutaj istotne i liczbowo równe korelacjom wycieku z parametrem c . Dzieje się tak wskutek zastosowania wzoru (5) do obliczania wartości c . We wzorze tym, z powodu zastosowanych skrótów parametr c wyliczono jako iloczyn pewnej stałej wartości i zmiennej pierśnicy. Dlatego też zmienność tego parametru wynika ze zmienności pierśnicy, co w rezultacie daje identyczność korelacji w tab. 7.

Widzimy więc, że zaliczenie pierśnicy, w badanych granicach zmienności, do elementów technologicznych dało nam podstawę do obliczenia wpływu (wyrażenia liczbowo siły związku) elementów technologicznych na wydajność żywicowania i wskazania możliwości wyróżnienia „czystego, przyrodniczego” wpływu zmiennych kształtujących wielkość wycieku żywicy.

Współczynnik γ zawiera w sobie zmienność osobniczą, wewnętrzną oraz część wpływu czynników abiotycznych, jest więc przyrodniczy, pozatechnologiczny. Z tego stwierdzenia wynika postulat konieczności dalszych prac badawczych nad wyodrębnieniem w sposób bardziej precyzyjny wewnętrznych przyczyn zmienności wydajności.

Stosowanie miary wydajności wycieku żywicy ze spały lub spalocięcia z biologicznego punktu widzenia nie jest poprawne, ponieważ nie jest to miara znormalizowana. Spały bowiem mają różną szerokość, nacięcia różną długość, stąd porównanie wydajności na podstawie tych wskaźników jest obarczone błędem. Z formalnego punktu widzenia należałoby więc obliczać wydajność wycieku np. na 1 metr szerokości spały lub inaczej, uwzględniając jednakże wpływ długości nacięcia.

W tabeli 7 zwraca uwagę fakt najslabszej i nieistotnej korelacji pomiędzy pierśnicą a parametrem jednostkowej wydajności (γ). Oznacza to, że grubsze drzewa nie są wydajniejsze, a w każdym razie nie otrzymaliśmy potwierdzenia takiego trendu. Parametr jednostkowej wydajności wycieku był w porównywanych drzewostanach wyrównany, stąd brak istotnych różnic w analizie wariancji. Jednakże, jak wynika z obliczeń korelacyjnych, jest on w głównej mierze odpowiedzialny za wielkość wycieku, silniej niż długość nacięć, których wpływ jest również, z technologicznego punktu widzenia, statystycznie istotny.

LITERATURA

1. Cichowicz M., Strzałkowska W.: Badania zależności między indywidualną wydajnością żywiczną a cechami zewnętrznymi sosen. Pr. IBL 1977 nr 526.
2. Cichowicz M., Strzałkowska W.: Dynamika wycieku i lepkości żywicy sosen wysoko i niskowydajnych. Pr. IBL 1977 nr 527.
3. Grochowski W.: Uboczna produkcja leśna. Warszawa: PWN 1976.
4. Połujan-Laurow A., Laurow Z.: Kształtowanie się liczebności i średnic przewodów żywicznych w drzewach różniących się wydajnością żywicy ze spały. Fol. For. Pol., Ser. A 1968 z. 14.
5. Połujan-Laurow A., Laurow Z.: Próba oceny możliwości zastosowania prawa Hagena-Poiseuille'a do analizy kształtowania się wycieku żywicy, Fol. For. Pol., Ser. A 1968 z. 14.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 13 stycznia 1984 r.

Краткое содержание

В работе авторы представляют концепцию системной классификации факторов влияющих на производительность выхода смолы из карры. На основании предложенной математической модели показана существенная зависимость величины выхода живицы от внутренних факторов (индивидуальной, физиологической изменчивости) и от внешних факторов, т.е. технологии заготовки.

После статистического анализа констатировано, что приписываемые диаметру на высоте груди дерева возможности влияния на производительность выделения живицы имеют экстенсивный характер и технологического происхождения. Не установлено, в тоже время существенной корреляции между диаметром на высоте груди дерева и индивидуальной производительностью из нормализированной карры. В сумме авторы приходят к выводу, что производительность выделения живицы должна вычисляться с учетом ширины карры.

Summary

In the paper, the authors present a concept of a system classification of factors influencing the output of resin flow from one incision. On the base of proposed mathematical model, the authors show significant dependence of the amount of resin flow on internal factors (individual, physiological variation) and on external factors, i.e. on technology of tapping.

Statistical analysis proved that supposed possibilities of the influence of the breast height diameter on the output of resin flow were of extensive character and technological nature. No significant correlation, however, has been found between the DBH of a tree and the individual output from standard incision. Finally, the authors arrive to conclusion, that the output of resin flow should be calculated with taking into account width of the carr.