

MATEMATYCZNE PODSTAWY MINIATURYZACJI PRÓBEK W BADANIACH WARTOŚCI GRZYBOBÓJCZEJ ŚRODKÓW OCHRONY DREWNA

Jerzy Ważny, Krzysztof J. Krajewski

Katedra Ochrony Drewna, SGGW Warszawa

Ubytek masy drewna stosowany jako kryterium określania właściwości toksycznych środków ochrony drewna zależy np. od objętości próbek, ich powierzchni rozwiniętej oraz stosunków powierzchni poszczególnych przekrojów próbki. Opierając się na matematycznych podstawach miniaturyzacji próbek opracowano program komputerowy pozwalający określić wymiary próbek zmniejszonych do 1/2, 1/4 i 1/8 objętości próbek standardowych. Przy odpowiednio skróconym czasie ekspozycji próbek na działanie *Coniophora puteana* określono i porównano ze sobą uzyskane wartości grzybobójcze przykładowego środka solnego typu CCB.

WSTĘP

Od czasu opracowania pierwszych znormalizowanych metod badania środków ochrony drewna: agarowo-klockowej [6] i glebowo-klockowej [5], przeprowadzono liczne próby skrócenia czasu ekspozycji nasyconych próbek na działanie grzybów testowych, głównie przez zmianę ich kształtu i rozmiarów [11]. Przedstawione w tym zakresie propozycje nie były jednak oparte na przesłankach naukowych. Wymiary próbek przyjmowano dość dowolnie, a tym samym nie zapewniały one porównywalności otrzymywanych wyników z wartościami uzyskanymi przy zastosowaniu klasycznych, standardowych próbek.

Jak wynika z badań Findlaya [3], Mazur [7] i obserwacji innych badaczy oraz prac własnych – o szybkości rozkładu drewna w warunkach laboratoryjnych decyduje obok rodzaju drewna, gatunku i szczepu grzyba testowego oraz warunków inkubacji tzw. geometria próbek, tj. ich objętość, powierzchnia rozwinięta przekrojów, udział powierzchni anatomicznych: podłużnego, poprzecznego i stycznego oraz stosunek rozwiniętej powierzchni do objętości. Istniejące zależności geometryczne potwierdzili później Gillwald [4], Becker

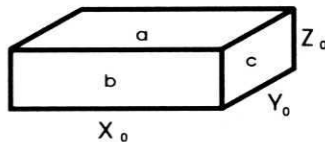
i in. [1] oraz Ważny [9], sugerując ich oddziaływanie również na próbki nasycone różnymi koncentracjami środków ochrony w teście mykologicznym.

Przyjmując powyższe założenia przedstawiono propozycję skrócenia czasu ekspozycji na działanie grzybów drogą kontrolowanej miniaturyzacji próbek. Parametry geometryczne próbek obliczone zostały matematycznie w trzech wersjach zapewniających identyczne lub maksymalnie zbliżone zależności, jakie występują w próbach znormalizowanych w metodzie agarowo-klockowej.

Stosując zminiaturyzowane próbki o obliczonych parametrach przeprowadzono wstępną próbę oznaczenia wartości grzybobójczej preparatu typu CCB przeciwko *Coniophora puteana* przy odpowiednim, proporcjonalnym skróceniu czasów ekspozycji.

MATEMATYCZNE PODSTAWY MINIATURYZACJI PRÓBEK

W znormalizowanej metodzie agarowo-klockowej stosowane są próbki o wymiarach $X_0 = 50$ mm, $Y_0 = 25$ mm, $Z_0 = 15$ mm (ryc. 1), których objętość wynosi $V_0 = 18,75$ cm³, gdzie X_0 – długość próbki standardowej, Y_0 – szerokość próbki standardowej, Z_0 – wysokość próbki standardowej, V_0 – objętość próbki standardowej.



Ryc. 1. Wymiary znormalizowanych próbek drewna
Fig. 1. Normalized size of wood specimens

Przyjmując, że

$$V_0 = X_0 * Y_0 * Z_0 \quad (1)$$

zakładamy, iż wymiary próbki standardowej zostaną zmniejszone w taki sposób, aby uzyskać redukcję objętości próbki o znaną wartość współczynnika redukcyjnego σ – zgodnie z wzorem

$$V = V_0 * \sigma, \quad (2)$$

gdzie V – objętość próbki zmniejszonej, σ – współczynnik redukcji objętości początkowej.

Poszukiwanie wymiarów próbki zmniejszonej odbywa się przy zastosowaniu programu komputerowego (klasy IBM PC) i polega na przybliżonym krokowym (iteracyjnym) wyznaczeniu takich wartości X , Y , Z , aby spełniony został warunek

$$X * Y * Z = V = V_0 * \sigma. \quad (3)$$

Tabela 1

Obliczone parametry geometryczne próbek
Geometric parameters of calculated sizes of specimens

Parametry geometryczne – Geometric parameters	Typy próbek – Type of specimens			
	(A) 1/1	(B) 1/2	(C) 1/4	(D) 1/8
Wymiary obliczone – Calculated size in mm	50-25-15	31.89-21.05-13.95	22.26-16.95-12.41	16.29-13.47-10.66
Wymiary skorygowane – Corrected size in mm	50-25-15	32-21-14	22-17-12	16-13-11
Objętość obliczona – Calculated Volume in cm ³	18.750 (100%)	9.375 (50%)	4.687 (25%)	2.343 (12.5%)
Objętość skorygowana – Corrected Volume in cm ³	18.750 (100%)	9.408 (50%)	4.488 (24%)	2.288 (12.2%)
Pow. przekr. st. – Area of tangent-section in cm ²	25.00 (100%)	13.44 (54%)	7.48 (30%)	4.16 (16.6%)
Pow. przekr. prom. – Area of rad.-section in cm ²	15.00 (100%)	8.96 (60%)	5.28 (35%)	3.52 (23.4%)
Pow. przekr. prostop. – Area of cross-section in cm ²	7.50 (100%)	5.88 (78%)	4.08 (54 %)	2.86 (38%)
Pole pow. zewn. – Outspread area (S) in cm ²	47.5 (100%)	28.28 (59%)	16.84 (35%)	10.54 (22%)
Stosunek pow.-obj. – Relation area-volume (S/V)	2.533 (100%)	3.005 (119%)	3.752 (148%)	4.606 (182%)
Stosunek obj.-pow. – Relation volume-area (V/S)	3.947 (100%)	3.328 (84%)	2.665 (67%)	2.170 (55%)

Przyjmując ALFA 1 – współczynnik ważności (waga) określenia wymiaru X, ALFA 2 – współczynnik ważności (waga) określenia wymiaru Y, ALFA 3 – współczynnik ważności (waga) określenia wymiaru Z, wylicza się minimalną wartość

$$\text{MIN } \alpha_1 * (S_1 - S_1^0)^2 + \alpha_2 * (S_2 - S_2^0)^2 + \alpha_3 * (S_3 - S_3^0)^2, \quad (4)$$

gdzie

$$\alpha_1 = \frac{\text{ALFA 1}}{\text{ALFA 1} + \text{ALFA 2} + \text{ALFA 3}}, \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \frac{\text{ALFA 2}}{\text{ALFA 1} + \text{ALFA 2} + \text{ALFA 3}}, \quad (6)$$

$$\alpha_3 = \frac{\text{ALFA 3}}{\text{ALFA 1} + \text{ALFA 2} + \text{ALFA 3}}, \quad (7)$$

$$S_1 = \frac{2 * X * Y}{V} = \frac{2}{Z}, \quad (8)$$

$$S_1^0 = \frac{2}{Z_0} = \frac{2 * X_0 * Y_0}{V_0}, \quad (9)$$

$$S_2 = \frac{2 * X * Z}{V} = \frac{2}{Y}, \quad (10)$$

$$S_2^0 = \frac{2}{Y_0} = \frac{2 * X_0 * Z_0}{V_0}, \quad (11)$$

$$S_3 = \frac{2 * Y * Z}{V} = \frac{2}{X}, \quad (12)$$

$$S_3^0 = \frac{2}{X_0} = \frac{2 * Y_0 * Z_0}{V_0} \quad (13)$$

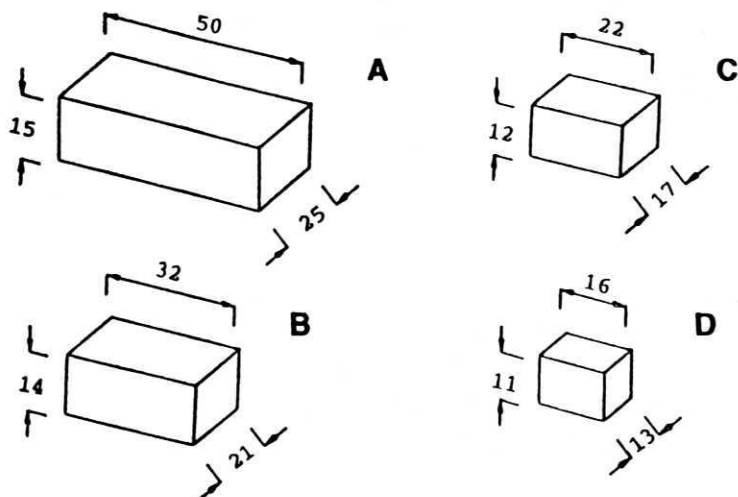
oraz gdzie S_1, S_2, S_3 – stosunki pól powierzchni próbki standardowej (a, b, c) do jej objętości, S_1^0, S_2^0, S_3^0 – stosunki pól powierzchni próbki zmniejszonej (a_0, b_0, c_0) do jej objętości.

Jako kryterium wyznaczenia wymiarów zminiaturyzowanych próbek, przyjęto obliczoną wartość wyrażenia (4), będącą ważonym odchyleniem dla stosunków powierzchni bocznych (a, b, c – wg ryc. 1) względem objętości – dla próbki standardowej i zmniejszonej. Na tej podstawie utworzono trzy typy próbek zminiaturyzowanych (B, C, D), dla których wartość redukcji objętości próbki standardowej (σ) wynosiła odpowiednio

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}.$$

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Do badania użyto próbek wykonanych z bielastego drewna sosny pospolitej *Pinus silvestris* L., których wymiary były zgodne z wcześniej obliczonymi typami wymiarowymi (ryc. 2): (A) 50-25-15 mm, (B) 32-21-14 mm, (C) 22-17-12 mm, (D) 16-13-11 mm.



Ryc. 2. Obliczone wymiary próbek drewna (w mm)
Fig. 2. Calculated sizes of wood specimens (in mm)

Do nasycenia próbek zastosowano solny środek ochrony drewna typu CCB (Biotox R-12) w sześciu następujących koncentracjach: 0, 0,16, 0,25, 0,40, 0,63, 1,00 [%].

Wysuszone do stałej masy próbki drewna zostały zaimpregnowane poszczególnymi koncentracjami środka przy podciśnieniu – 88 kPa przez 30 min., a następnie pozostawiono je przez następne 30 min. w warunkach normalnego ciśnienia atmosferycznego. Po upływie tego czasu próbki wyjęto z roztworów i określono w nich retencję środka. Umieszczone w pojemnikach plastikowych próbki poddano kondycjonowaniu przez dwa tygodnie w celu utrwalenia się impregnatu w drewnie. W badaniu nie stosowano sztucznych metod przyspieszonego starzenia i wymywania.

Umieszczona w naczyniach Kollego pożywka agarowo-maltozowa (2,5% agaru, 4% ekstraktu maltozowego) została wysterylizowana w autoklawie, a następnie zaszczipiona czystą kulturą grzyba *Coniophora puteana* (Schum. ex Pers) Karst. szczep BAM Ebw. 15. Próbki drewna wysterylizowane za pomocą promieni gamma umieszczono w naczyniach Kollego na podkładkach plastikowych. Dla każdej koncentracji środka przygotowano po cztery powtórzenia. Naczynia inkubowano w temp. 23°C przy wilgotności względnej powietrza

70% (± 5) przez odpowiednio przyjęte okresy: próbki typu (A) – 12 tygodni, próbki typu (B) – 6 tygodni, próbki typu (C) – 3 tygodnie, próbki typu (D) – 1,5 tygodnia.

Po przewidzianym okresie ekspozycji próbki wyjęto z naczyń, oczyszczono z grzybni powierzchniowej, wysuszono do stałego ciężaru, a następnie określono ubytki masy drewna pod wpływem grzyba. Wartość toksyczną środka określono w dwojaki sposób, w pierwszym przypadku metodą graficzną przyjmując ją jako retencję środka przy poziomie 3% ubytku masy wg PN [8], a w drugim przypadku jako przedział retencji środka, dla którego stwierdzono ubytki masy większe niż 3% i mniejsze niż 3% wg EN [2].

WYNIKI I WNIOSKI

Uzyskane wyniki wstępnych badań przedstawiono w tabeli 2 i na rycinie 3. Retencja zastosowanego środka ochrony drewna typu CCB przy różnych jego koncentracjach okazała się bardzo zbliżona we wszystkich typach rodzajów próbek. Ubytek masy próbek kontrolnych (nienasyconych) był zbliżony w próbkach A i B, nieco mniejszy w próbkach typu C, ale zdecydowanie

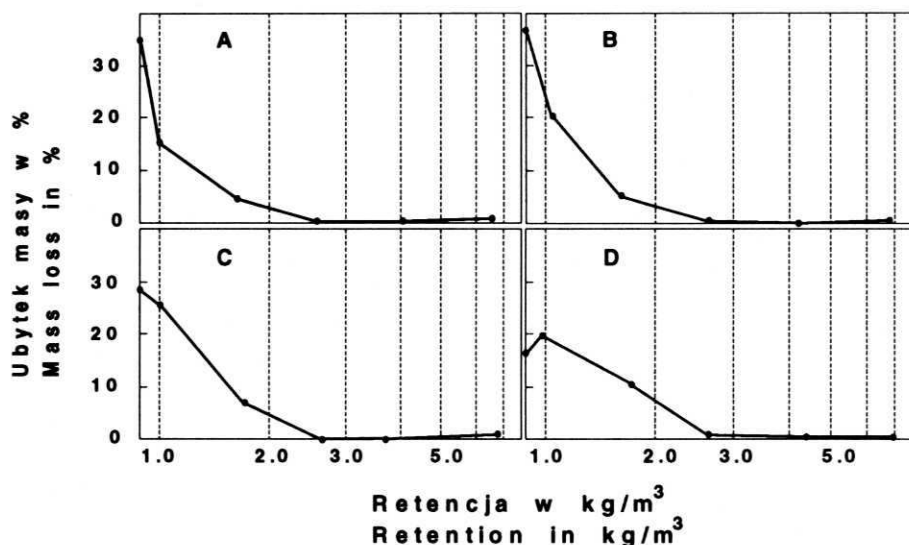
Tabela 2

Retencja środka i ubytek masy próbek w zależności od czasu inkubacji
Retention and mass loss of specimens in relation with incubation time

Konc. Conc. w % in %	12 tyg. – wks.		6 tyg. – wks.		3 tyg. – wks.		1.5 tyg. – wks.	
	(A) 50-25-15		(B) 32-21-14		(C) 22-17-12		(D) 16-13-11	
	Retencja Retention kg/m ³	Ubytek masy Mass loss %	Retencja Retention kg/m ³	Ubytek masy Mass loss %	Retencja Retention kg/m ³	Ubytek masy Mass loss %	Retencja Retention kg/m ³	Ubytek masy Mass loss %
0.0	–	34.8	–	37.0	–	28.6	–	16.4
0.16	1.01	15.3	1.06	20.3	1.02	25.6	0.87	19.8
0.25	1.63	4.6	1.63	5.2	1.74	7.0	1.75	10.4
0.40	2.65	0.1	2.61	0.2	2.63	0	2.62	0.9
0.63	4.03	0.1	4.21	0	3.74	0	4.37	0.5
1.00	6.77	0.9	6.87	0.6	6.73	1.0	6.99	0.5

mniejszy w próbkach typu D. Wydaje się, że adaptacja grzybni po włożeniu próbek, mająca niewątpliwie miejsce w każdym tego typu badaniu, była w okresie 1,5 tygodnia wyraźnie znacząca i spowodowała mniejszy ubytek masy.

Wyniki uzyskanych wartości grzybobójczych przedstawiono w tabeli 3. Wykazują one dużą zgodność we wszystkich typach próbek i skorelowanych z nimi okresach inkubacji, zarówno według kryterium EN jak i PN. Korespon-



Ryc. 3. Zmiany masy próbek drewna w zależności do retencji środka ochrony typu CCB (próbki w mm; A - 50-25-15, B - 32-21-14, C - 22-17-12, D - 16-13-11)

Fig. 3. Mass changes in blocks in relation with retention of CCB preservatives (blocks in mm; A - 50-25-15, B - 32-21-14, C - 22-17-12, D - 16-13-11)

dują one w pełni z wynikami dla tego samego preparatu uzyskanymi w innych badaniach klasyczną metodą agarowo-klockową [10].

Uzyskane wyniki stwarzają nadzieję opracowania skróconej metody agarowo-klockowej, dającej wyniki wartości grzybobójczej w pełni porównywalne z rezultatami metody klasycznej. Uzyskane pozytywne wyniki mają jednak

Tabela 3

Wartości grzybobójcze otrzymane przy różnych wymiarach próbek i czasie ekspozycji
Toxic values received on various sizes of specimens and times of exposition

Typ próbek Type of blocks	Wymiary próbek Size of blocks	Czas w tyg. Time in weeks	Wartości grzybobójcze w kg/m ³ Toxic value in kg/m ³	
			wg EN acc. EN	wg PN acc. PN
A	50-25-15	12	1.63-2.65	1.8
B	32-21-14	6	1.63-2.61	2.1
C	22-17-12	3	1.74-2.63	2.2
D	16-13-11	1.5	1.75-2.62	2.3

charakter wstępny. Wymagają one potwierdzenia przy zastosowaniu różnych preparatów i różnych grzybów testowych, bez procedury sztucznego starzenia, jak i po sztucznym starzeniu, w różnych laboratoriach badawczych.

LITERATURA

1. Becker G., Hof T., Jacquot C., Lohwag K., Rennerfelt E., Wälchi O.: Vergleichsversuche zur Laboratoriumsprüfung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln. Holz Roh- u. Werkstoff 1966, 24(2), 53-58.
2. EN 113: Wood preservatives. Determination of the toxic values against wood destroying Basidiomycetes cultured on an agar medium. CEN European Committee for Standardization, Bruxelles 1990.
3. Findlay W. P. K.: Influence of sample size on decay rate of wood in culture. Timber Techn. a. Machine Woodworking 1953, No. 2168, 160-162.
4. Gillwald W.: Einflussfaktoren aus den Holzabbau durch Pilze bei der Holzschutzmittelprüfung. Holztechnologie 1962, 3(3), 233-240.
5. Leutritz J.: A wood soil contact culture technique for laboratory study of wood destroying fungi, wood decay and wood preservation. Bell System Technical Jour. 1946, 25, 102-135.
6. Liese J., Nowak A., Peters F., Rabanus A.: Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln. Verlag Chemie, Berlin 1935, 48(1), 21-23.
7. Mazur F. F.: [Biological tests of wood by using radioisotopes.] (Russ.). Gosud. Izd. Literaturny po Stroitelstvu, Moskwa 1959, pp. 17.
8. PN-76/C-04903: Środki ochrony drewna. Oznaczenie wartości grzybobójczej metodą agarowo-klockową przeciwko podstawczakom. PKNiM, Warszawa 1976.
9. Ważny J.: Vergleichende Analyse der Standard - Untersuchungen für die Bestimmung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln gegen Basidiomyceten in den Ländern der RWG. I Holztechnologie 1975-76, 16(4), 292-235; II 17(1) 21-27.
10. Ważny J.: Aktywność środka ochrony drewna typu CCB w stosunku do grzybów niszczących drewno. Folia For. Polon. Seria B 1993, Nr. 24, 67-75.
11. Ważny J., Witomski P.: New conception for shortening the duration of fungitoxic test on wood preservatives. Part 1. State - of - the - art. IRG on Wood Pres. Stockholm 1994, Doc. No. IRG/WP/94-20044.

MATHEMATICAL PRINCIPLE OF MINIATURIZATION OF WOOD SPECIMENS
IN FUNGITOXIC TESTS OF PRESERVATIVES

Summary

The mass loss of wood used as the criterion in the standardized agar-block methods of evaluation of toxic value of preservatives depends upon the relationship between the volume of specimens, their outspread planes and ratio of areas of particular anatomic sections. Upon the computer-assisted mathematical basis the dimensions of miniaturized specimens which make 1/2, 1/4, 1/8 part of standardized ones were calculated. With correspondingly shortened times of exposition on the activity of *Coniophora puteana* the determination of the fungitoxic value of the CCB type preservative was performed.

Adres autorów:
Prof. dr hab. Jerzy Ważny
Dr inż. Krzysztof J. Krajewski
Katedra Ochrony Drewna SGGW
ul. Rakowiecka 26/30
02-528 Warszawa