

## KRYTERIA OCENY ZMIAN ZACHODZĄCYCH W DREWNIIE ZRĘBKÓW SKŁADOWANYCH W STOSACH

*Edward Tarociński*

Instytut Technologii Drewna w Poznaniu

### WSTĘP

Surowiec drzewny w przemyśle celulozowo-papierniczym oraz płytowym zarówno w kraju jak i za granicą w coraz szerszym zakresie jest składowany w postaci zrębków w stosach uformowanych na otwartej powierzchni. Stosy te mające różne formy i wymiary zawierają od kilku do kilkuset tysięcy m<sup>3</sup> drewna. Rozdrobnione drewno ma różną wielkość i kształt. W stosie znajdują się różne frakcje wiórów, trocin, pyłu a także i kory. Często, zwłaszcza przy transporcie pneumatycznym — na skutek sprężenia powietrza następuje podczas usypywania stosu segregacja zrębków, tak że poszczególne frakcje zbierają się w odrębnych gniazdach. Stosy zrębków stanowią więc specyficzne środowisko, w którym zachodzą różne procesy wywierając duży wpływ na zmiany drewna. W wielu krajach [1—6, 8—10, 17—19] a także w Polsce [12—16, 20—21] prowadzone są kompleksowe badania, których celem jest dokładne poznanie zachodzących procesów w stosach zrębków i znalezienie sposobów ograniczenia ujemnych skutków oddziaływania tych procesów na drewno. Zakresy badań i metody oceny zmian w drewnie, spowodowanych tymi procesami, stosowane przez poszczególnych autorów często różnią się między sobą. Dlatego ważne wydaje się ustalenie kryteriów oceny tych zmian. Opracowanie niniejsze stanowi próbę takiego ustalenia.

Kryteria te można podzielić na cztery grupy, które dotyczą: zmian w mikroklimacie stosu zrębków, zmian we właściwościach drewna, zmian w mikroflorze zrębków oraz zmian w wydajności i jakości produktów uzyskanych z drewna składowanego w postaci zrębków.

### ZMIANY W MIKROKLIMACIE STOSU ZRĘBKÓW

#### TEMPERATURA

Jednym z głównych kryteriów oceny zmian zachodzących w drewnie zrębków składowanych w stosach jest przebieg temperatury w poszczególnych miejscach stosu w czasie całego okresu badań. W wyniku egzo-

termicznych reakcji biochemicznych i chemicznych w składowanym drewnie odbywa się przemieszczanie ciepła i wody. Powstała energia cieplna powoduje podwyższenie temperatury wewnętrznej stosu, na skutek czego woda odparowuje, a przemieszczając się w kierunku poboczy stosu, przede wszystkim w kierunku wierzchołkowej jego strefy, tworzy naturalny ciąg kominowy. Podczas przemieszczania się ku górze część pary kondensuje się w chłodniejszych warstwach wierzchołkowej strefy stosu, podwyższając jej temperaturę. W początkowym okresie składowania zrębków szybki wzrost temperatury w stosie wywołany jest reakcjami biochemicznymi zachodzącymi podczas oddychania komórek miękkich. Ten podwyższony stan ciepłoty przyspiesza rozwój mikroorganizmów, co w dalszym ciągu, łącznie z egzotermicznym procesem utleniania substancji komórek miękkich drewna, wpływa na gwałtowny wzrost temperatury. Proces oddychania komórek miękkich drewna odbywa się w przedziale temperatur 5—60°C. Nakładające się procesy oddychania i rozwoju mikroorganizmów powodują podwyższenie się temperatury do około 70 a czasami nawet do 80°C. Dalszy ewentualny jej wzrost jest wynikiem procesów kwaśnej hydrolizy drewna i reakcji chemicznych bezpośredniego utleniania się. Szybkość zagrzewania się zrębków zależy od zawartości w drewnie substancji, przyswajalnych przez drobnoustroje, rozpuszczanych w eterze naftowym, w mieszaninie alkoholowo-benzenowej i gorącej wodzie. Dlatego jednym z kryteriów oceny zmian zachodzących w drewnie składowanych zrębków są badania zmian w tych substancjach ekstrakcyjnych. Wytwarzanie się ciepła jest również warunkowane szybkością wzrostu i rozmnażania się drobnoustrojów i na odwrót, temperatura środowiska stosu zrębków warunkuje rozwój poszczególnych mikroorganizmów. W zależności od zmian temperatury w stosie zrębków pojawiają się różne zbiorowiska mikroorganizmów o zróżnicowanych wymaganiach pod względem termicznym, które można podzielić na: mezofile, formy termotolerancyjne i termofile.

Na marginesie tego nasuwa się uwaga odnośnie braku ujednoczonego kryterium podziału. Istnieje szereg poglądów na to zagadnienie np. Cooney i Emerson [7] do grzybów termofilnych zaliczają te, których minimum temperatury jest wyższe od 20°C, a maksimum wynosi ponad 50°C. Cameron i Eastray, jak podaje Miszustin [11] za termofile uważają takie mikroorganizmy, dla których optymalna temperatura jest wysoka i które nie rozwijają się poniżej 37°C, natomiast grzyby termotolerancyjne mogą się rozwijać w temperaturach niższych od 37°C. Miszustin [11] przyjął podział zalecany przez Imszenickiego, według którego mikroorganizmy rozwijające się w wysokich temperaturach dzielą się na:

— termofile stenotermiczne, dla których maksymalna temperatura wynosi około 75°C, optymalna 50—65°C, minimalna 28—30°C;

— termofile eurytermiczne o temperaturze maksymalnej około 70°C, optymalnej 50—65°C, minimalnej 28—30°C a także niższej;

— formy termotolerancyjne o minimum 5—10°C, optimum 35—45°C i maksimum 60—70°C.

Oprócz tych podziałów istnieją jeszcze inne sugestie pod tym względem. Próbę uporządkowania tego zagadnienia stanowi poniższa propozycja podziału:

— grzyby mezofilne — o minimum rozwoju poniżej 10°C, a maksimum do 40°C,

— grzyby termotolerancyjne — minimum temperatury niższe od 20°C a maksimum 40—50°C,

— grzyby termofilne — minimum temperatury wyższe od 20°C, a maksimum wyższe od 50°C.

W związku z tym izolacje grzybów ze zrębków składowanych w stosach proponuje się przeprowadzać w temperaturach 22, 45 i 50°C. Z przebiegu temperatury w czasie składowania zrębków można wnioskować o rozwoju poszczególnych grup mikroorganizmów.

Powyższe rozważania uzasadniają celowość badań zmian temperatury w stosie zrębków, jakie zachodzą podczas całego okresu składowania. Badania te przeprowadza się za pomocą termometru oporowego z logometrem wskazująco-rejestrującym. Czujniki powinny być w stosie tak rozmieszczone, aby było można określić zmiany temperatur zachodzące w jego strefach: wierzchołkowej, środkowej (we wnętrzu) oraz pobocza. Równocześnie powinno się badać temperaturę powietrza otaczającego stos. W każdej strefie należy rozlokować nie mniej niż 6 czujników. Odczytów temperatur dokonuje się każdego dnia o tej samej godzinie.

#### WILGOTNOŚĆ POWIETRZA

Jak już wyżej zaznaczono w wyniku procesów egzotermicznych w stosie zrębków następuje przemieszczanie się wody, która odparowuje w kierunku wierzchniej i pobocznej strefy stosu. Wskazane więc jest śledzenie zmian wilgotności względnej powietrza w następujących miejscach: w strefie wierzchołka, pobocza, wnętrza (w tunelu obserwacyjnym) oraz na otwartej przestrzeni. Do tego celu służyć mogą między innymi hydrografy i psychrometry.

#### DWUTLENEK WĘGLA I TLLEN

Zachodzące przy współdziałaniu mikroorganizmów w środowisku stosu zrębków procesy biochemiczne wpływają na zmiany zawartości tlenu i dwutlenku węgla. Ich udział świadczy o intensywności zachodzących procesów, a ponadto jest wskazówką co do obecności mikroorganizmów rozwijających się w środowisku o mniejszej lub większej zawartości tlenu np. brak dwutlenku węgla może działać stymulująco na rozwój niektórych mikroorganizmów. Zazwyczaj w początkowym okresie składowania zrębków stwierdza się duży udział dwutlenku węgla (15—20%) i niski procent tlenu (minimalnie 2%). Po stosunkowo krótkim okresie

czasu np. już po 14 dniach obniża się zawartość dwutlenku węgla (czasami do zera) a szybko wzrasta udział tlenu (do ponad 20<sup>0</sup>/o). Poziom dwutlenku węgla i tlenu określa się na próbach powietrza pobranego z rury doprowadzonej do kilku punktów w stosie. Do przeprowadzania analiz służy aparat Orsata.

#### ZMIANY W STANIE DREWNA

Określenie zmian zachodzących w drewnie zrębków powinno odbywać się przez porównanie właściwości drewna świeżo rozdrobnionego z właściwościami drewna zrębków składowanych w ciągu 1, 2, 3, 4, 6 i 8 miesięcy.

#### SKŁAD FRAKCYJNY ZRĘBKÓW W STOSIE

Wielkość zrębków wywiera duży wpływ na kształtowanie się temperatury w stosie, a więc i na zmiany biochemiczne. Drobne frakcje utrudniają przepływ powietrza a tym samym zwiększają temperaturę. Najgroźniejsze pod tym względem są trociny, pył drzewny i kora. Nagromadzony w czasie formowania pył tworzy gniazda o znacznej nieraz objętości. Przypuszcza się, że może powstać w nich wzrost temperatury do wysokości mogących wywołać samozapalenie zrębków w stosie. W czasie składowania, w wyniku zmian biochemicznych i działania mikroorganizmów, zachodzą powolne procesy powodujące zmniejszenie się masy i objętości poszczególnych zrębków. Zazwyczaj w czasie 6-miesięcznego składowania zrębków udział frakcji 1-milimetrowych i pyłu drzewnego wzrasta o około 50<sup>0</sup>/o. Obserwacja więc zmian w strukturze frakcji zrębków oraz zawartości kory w czasie ich składowania jest również bardzo istotna.

#### ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI DREWNA

W okresie składowania zrębków zachodzą duże zmiany w fizycznych i mechanicznych właściwościach drewna oraz w jego składzie chemicznym. Spośród właściwości fizycznych najistotniejsze znaczenie mają: wilgotność i gęstość drewna, ubytek jego masy i barwa.

Wilgotność bezwzględna drewna zrębków wywiera, obok temperatury, decydujący wpływ na rozwój mikroorganizmów. Dla określenia wilgotności pobiera się próbki zrębków ze strefy wierzchołkowej, pobocza i środkowej stosu. Z każdej strefy powinno się pobrać próbki z co najmniej 3 miejsc i wykonać po 3 powtórzenia pomiarów wilgotności.

Gęstość drewna wskazuje na stopień jego rozkładu przez mikroorganizmy jak również na stopień zmian zaistniałych w składzie chemicznym. Miejsca oraz liczba pobrania prób tych badań są identyczne jak dla badań wilgotności drewna. Oznaczenia przeprowadza się za pomocą metody

hydrostatycznej zgodnie z normą amerykańską Fibrous Materials Testing Committee nr T 18 m-53.

Bardzo istotną cechą charakteryzującą stopień zmian zachodzących w drewnie zrębków składowanych jest ubytek masy. Ubytek ten, zwłaszcza w początkowym okresie składowania, jest wywoływany procesami biochemicznymi, a następnie działaniem mikroorganizmów. Pod ich wpływem następują zmiany w składzie chemicznym drewna, które w początkowym okresie składowania polegają na ubytku substancji rozpuszczalnych w wodzie, ługu sodowym i w rozpuszczalnikach organicznych, a w późniejszym okresie na ubytku zawartości celulozy i ligniny. Ubytek masy drewna zrębków ( $U$ ) określa się na podstawie pomiarów wilgotności ( $W$ ) i masy drewna ( $G$ ), przeprowadzonych przed rozpoczęciem ( $W_1, G_1$ ) i po zakończeniu ( $W_2, G_2$ ) składowania zrębków oraz stosując następujące wzory:

$$U = \frac{G}{G_0^1} (\%),$$

gdzie:

$$G = G_0^1 - G_0^2 \text{ (kg)},$$

$$G_0^1 = \frac{100 \cdot Gw^1}{100 + W_1} \text{ (kg)},$$

$$G_0^2 = \frac{100 \cdot Gw^2}{100 - W_2} \text{ (kg)}.$$

Do analizy chemicznej przygotowuje się zrębki w stanie powietrzno-suchym, rozdrobnione za pomocą młynka, przy czym do tego celu przeznaczają się frakcje o rozdrobnieniu 0,5—1,0 mm. Analiza ta obejmuje oznaczenia:

- zawartości substancji rozpuszczalnych w wodzie, w 1% ługu sodowym oraz w rozpuszczalnikach organicznych,
- zawartości celulozy,
- zawartości ligniny.

Dynamika zmian w składzie chemicznym zależy w dużym stopniu od okresu ścinki drzew, czasu składowania i od strefy stosu zrębków. Ponadto istotne znaczenie ma oznaczanie kwasowości drewna. Jednak najważniejszym kryterium oceny zmian w drewnie jest zawartość celulozy i ligniny a zwłaszcza  $\alpha$ -celulozy. Wszystkie badania są przeprowadzone za pomocą metod powszechnie używanych w analizach chemicznych drewna.

W czasie składowania zrębków barwa drewna mniej lub więcej ciemnieje. Stopień zmian zależy nie tylko od gatunku drewna, okresu jego

pozyskania, lecz również od warunków jego składowania. Zmiana barwy drewna wywiera wpływ na jakość produktu, co ma duże znaczenie zwłaszcza w przemyśle celulozowo-papierniczym. Próby określania stopnia zmian barwy drewna zmielonego na trocinki okazały się trudne. W naszych badaniach porównujemy barwę drewna zrębków ze skalą barw według systemu Royal Horticultural Society [22]. Barwę drewna określa się na powierzchni wewnętrznej przełupów zrębków.

#### PORAŻENIE DREWNA I SKŁAD GATUNKOWY MIKOORGANIZMÓW

Badania składu gatunkowego mikroflory porażającej drewno zrębków składowanych w stosach oraz stopnia jej rozwoju umożliwiają wyjaśnienie procesów zachodzących w stosach, ściślejsze określenie potencjalnych możliwości rozkładu drewna, określenie właściwości zidentyfikowanych mikroorganizmów, ich wzajemnego biotycznego oddziaływania na siebie i opracowanie sposobów oraz środków zabezpieczania drewna. Próbkę do tych badań są pobierane z tych samych miejsc i w tych samych terminach, w jakich pobiera się próbki do określenia zmian właściwości fizycznych i składu chemicznego drewna. Wyodrębnienie mikroorganizmów zazwyczaj przeprowadza się przez pobieranie w warunkach sterylnych z wnętrza drewna inokulów, które następnie wykłada się na powierzchnię odpowiednich pożywek. Ważne znaczenie ma tu wielkość inokulów. W naszych badaniach stosuje się inokula małe o wymiarach od około 1,5 do 3,0 mm. Daje to możliwość dokładniejszego wyodrębniania poszczególnych mikroorganizmów, niż w wypadku inokulów większych, lecz mniej licznych.

W celu sprawdzenia obecności mikroflory mezofilnej, termotolerancyjnej i termofilnej płytki Petriego z inokulami przechowuje się odpowiednio w temperaturach 22, 45 oraz 50°C. W wypadku uzyskania kultur mieszanych stosuje się technikę oczyszczania izolatów przez pasażowanie na podłożach wybiórczych. Oprócz pobierania inokulów z wnętrza drewna stosuje się posiewy z powierzchni zrębków. Ma to na celu rozpoznanie zbiorowisk mikroorganizmów, które rozwijają się tylko na powierzchni drewna. Wyodrębnianie odbywa się przez wstrząsanie w kolbach Erlenmayera zrębków z piaskiem kwarcowym lub z piaskiem i wodą. Tak spreparowany piasek wprowadza się w odpowiednim rozcieńczeniu do płytek Petriego i zalewa pożywką. Po przeszczepieniach rozwijających się mikroorganizmów przystępuje się do ich identyfikowania.

#### WPLYW ZMIAN W DREWNIENIE NA JEGO PRZERÓB

Pośrednimi kryteriami oceny zmian zachodzących w drewnie zrębków są:

— zmiany w procesie roztwarzania zrębków na masy celulozowe,

- zmiany mielności,
- zmiany właściwości mas: samozerwalność, rozciągliwość, przepuklenie, opór przedarcia, liczba wytrzymałości,
- zmiany fizycznych i mechanicznych właściwości płyt pilśniowych i wiórowych, wytrzymałości na rozciąganie prostopadłe do płaszczyzny i na zginanie statyczne, gęstość, nasiąkliwość, pęcznienie, wilgotność.

Oznaczenia te są przeprowadzane wg ogólnie przyjętych metod. Szczegółowa analiza porównawcza wszystkich wyników badań, uwzględniająca omówione tutaj kryteria, może stanowić podstawę do określenia stopnia wpływu składowania zrębków na zmiany zachodzące w drewnie. Kompleksowe rozpoznanie tych zmian w drewnie zrębków jest możliwe tylko dzięki zintegrowanemu współdziałaniu specjalistycznych placówek naukowo-badawczych.

#### LITERATURA

1. Assarsson A.: Niektóre reakcje zachodzące podczas składowania zrębków i możliwości regulacji ich przebiegu. Referat wygłoszony na konferencji pt. Postęp w przemyśle celulozowo-papierniczym. Poznań 1969.
2. Assarsson A., Croon J., Frisk E.: Controlled storage of chips. *Pulp and Paper International* 1968, 74—76.
3. Bergman Ö.: Deterioration of Wood Chips in outdoor storage piles and some methods of preventing this. *Depart. of Forest Prod. Royal College of Forestry, Sztokholm* 1971.
4. Bergman Ö., Nilsson T.: Studies on outside storage of sawmill chips. *Research Note R 71, Dep. of Forest Prod., Royal College of Forestry, Sztokholm* 1971.
5. Björkman E., Haeger G. E.: Outdoor storage of Chips and Damage by Microorganisms. *Tappi*. 1963, nr 12.
6. Chalk R.: Wood deterioration during outside chip storage. *Pulp and Paper Magazine of Canada*, 1968, nr 69, 75—85.
7. Conney D. G., Emerson R.: *Thermophili fungi*. San Francisco, Londyn 1964, 6—7.
8. Dymalski E.: Wpływ procesu starzenia się zrębków sosnowych składowanych w stosie na niektóre fizyczne i mechaniczne właściwości zrębków. *Pr. Inst. Technol. Drewna R. 15: 1968, z. 4 (48), 37—49.*
9. Giffin F. S.: Chip storage and handling. *Pulp and Paper Magazine of Canada* 71, 1970, 66—70.
10. Kiosseff H.: Lagerung, Transport und einige Möglichkeiten der Herstellung von Hackschnitzeln. *Holz Industrie* 1971, nr 6.
11. Miszustin E.: *Drobnoustroje termofilne w przyrodzie i praktyce*. Warszawa 1954.
12. Modrzejewski K., Surewicz W., Wandelt P.: Zmiany własności drewna sosnowego składowanego w zrębkach i otrzymywanych z niego mas celulozowych i siarczanowych. *Prz. pap.* nr 9 (308), 1969, 291—299.
13. *Opracowanie studyjne Biura Projektów Przemysłu Papierniczego: Składowanie drewna w postaci zrębków*, Łódź 1973.
14. Ratajczak Z., Zieliński M., Olszewski J.: Badanie wpływu składowania zrębków brzozyowych niezabezpieczonych środkami chemicznymi na ich przydatność do przerobu w przemyśle celulozowo-papierniczym. *Dok. ITD w Poznaniu i ICP w Łodzi*. Poznań 1970.

15. Ratajczak Z., Zieliński M., Olszewski J., Lelonkiewicz R.: Badania wpływu składowania zrębków brzożowych na ich przydatność do przerobu w przemyśle papierniczym z uwzględnieniem zabezpieczania zrębków środkami chemicznymi przed działaniem czynników biotycznych. Dok. ITD w Poznaniu i ICP w Łodzi 1972.
16. Rodzeń K.: Badania nad wpływami składowania surowca w postaci zrębków na jego jakość w zależności od czasu składowania i innych czynników. Dok. L.B.P.P. Czarna Woda 1959.
17. Schields I. K.: Microbiological deterioration in the wood chip pile. Ottawa 1967.
18. Socier J. R., Miller R. L.: Deterioration of southern pine chips. Forest Products Journal 11, 1961, 371—379.
19. Springer E. L., Hajny G. J., Feis W. C.: Spontaneous heating in pile wood chips. II Effect of temperature Tappi 54, 1971, 589—591.
20. Szozda I., Dziedzic L., Czechowski W.: Badanie wpływu składowania niezabezpieczonych i zabezpieczonych środkami chemicznymi zrębków sosnowych na ich przydatność do przerobu w przemyśle wiórowym. Dok. ITD w Poznaniu. Poznań 1974.
21. Tarociński E.: Czynniki mogące wywołać samozapłon zrębków drewna składowanych w stosach. Dok. ITD. Poznań 1963.
22. The Royal Horticultural Society. Colour chart table of cross-references. Londyn 1966.

### *Э. Тароцински*

#### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ДРЕВЕСИНЕ ЩЕПЫ, СКЛАДИРОВАННОЙ В КУЧАХ

##### Резюме

Представлены предложения критериев оценки изменений, которые происходят в щепе во время ее складирования в кучах на открытом пространстве. Критерии эти заключают следующие изменения: микроклимата кучи щепы, свойств древесины, микрофлоры щепы, а также выхода и качества продуктов, полученных из древесины, складированной в форме щепы.

*E. Tarociński*

#### THE CRITERIA OF THE ASSESSMENT OF CHANGES TAKING PLACE IN WOOD-CHIPS STORED IN PILES

##### Summary

Some suggestions concerning the criteria of changes occurring in chips while being stored in piles in open space are presented. The criteria compare the following changes: in a chip pile microclimate, in wood properties, in chip microflora and in output and quality of products obtained from the wood stored as chips.