

**CHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA BUKOVÉHO DREVA  
S RÔZNOU PRIEPUSTNOSŤOU STANOVENOU PODĽA DOBY  
SKLADOVANIA DREVA**

**THE CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BEECH WOOD WITH  
DIFFERENT PERMEABILITY SET BY DURATION OF WOOD STORAGE**

Marek Malatínec

**ABSTRACT**

This article is suggest on different chemical composition of beech wood with different permeability following on various storage period. The monitoring chemical properties were amount of holocellulose, cellulose, lignin, extractive substances, lipophile substances, ash and inorganic componenet.

Mediumly stored wood contained low extractives with lower content of lipophilic extractives, higher content of holocellulose, cellulose and lignin content, lower ash content and content of choosen inorganic elements. Determined data is possible to explain by wormwood fungal attack during storage.

**Key words:** beech, wood storage, permeability, fungi hyphae, chemical properties.

**ÚVOD**

Pre chemické spracovanie v Slovenskej republike patrí medzi najdôležitejšie dreviny buk lesný.

Bukové drevo síce vyniká pevnosťou, ktorá umožňuje jeho všestranné použitie, ale môže mať aj vlastnosti, ktoré sú z hľadiska spracovania menej vhodné, za prítomnosti rôznych a často aj nápadných zjavov, ktoré sa kvalifikujú ako chyby. Chyby sa prejavujú zmenami vonkajšieho vzhľadu, porušením pravidelnosti stavby dreva a môžu vzniknúť počas rastu, v procese ťažby alebo pri jeho nesprávnom uskladnení. Dôležitú úlohu v procese spracovania dreva všeobecne zohráva teda aj jeho skladovanie pred samotným chemickým spracovaním. Buk sa zaraďuje podľa trvanlivosti dreva do 5. triedy prirodzenej trvanlivosti, t.j. patrí medzi netrvanlivé drevo. To znamená, že je pri skladovaní za určitých podmienok viac a rýchlejšie degradovaný hubami. Zmeny sa prejavujú aj v chemickom zložení bukového dreva.

Drevokazné huby rozkladajú buncčné steny. Hlboký rozklad sa prejaví v podstatnom znížení pevnosti dreva a porušením štruktúry [1]. Pri napadnutí dreva hubami dochádza k degradáciám celulózy, hemicelulózu a lignínu.

Z kvalitatívneho hľadiska medzi časté chyby dreva patrí tvorba reakčného dreva (ťahové drevo) prejavujúca sa zmenou v mikroskopickej a submikroskopickej štruktúre bunkovej steny a v zmene chemického zloženia vrstiev bunkovej steny. Ťahové drevo obsahuje menej lignínu a glukurónoxylánu a viac celulózy ako normálne drevo [2].

Pri dlhodobom skladovaní čerstvej bukovej suroviny sa prejavujú rôzne štádiá zaparenia bukového dreva a kvalita nepravého jadra, ktoré sú indikované zmenou húževnatosti a priepustnosti dreva. U nepravého bukového jadra bez príznakov hniloby a húb sa znižuje húževnatosť, ale mechanické vlastnosti sa nemenia na rozdiel od nepravého jadra napadnutého hnilobou, pri ktorom sa významne znižujú aj mechanické vlastnosti.

V nepravom jadre za určitých podmienok oxidujú triesloviny (sfarbenie jadra) a nastáva úplné alebo čiastočné upchávajúce ciev prázdnyimi vakovitými útvarmi vyrastajúcimi z okolitých parenchymatických buniek tzv. hrubostenné tyly. Tým im zabráňujú v ich vodivej funkcii. Podstatným makroskopickým i mikroskopickým znakom pri tvorbe pravého jadra je tvorba jadrových látok (fenoly, alkaloidy a iné fyziologicky aktívne látky). Tieto látky zvyšujú odolnosť proti hubám a vplyvajú na chemické a mechanické vlastnosti dreva [3].

Priepustnosť dreva hlavne ovplyvňuje kvalita a kvantita vodivých ciest v dreve, čiže u buka ako u listnatého dreva, sú to cievy. Čím sú cievy v dreve väčšie a čím je ich viac, tým je drevo priepustnejšie. Okrem kvantítvy ciest má vplyv na priepustnosť dreva už spomenutá kvalita ciev. To zahŕňa prepojenie cievnych článkov cez perforácie (typ a veľkosť perforácie), upchatie ciev tyliami a pod. [4].

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Vzorky bukového dreva boli odobrané na drevosklade celulózy náhodným výberom. Doba skladovania sa pohybovala od niekoľkých týždňov (max. 1 mesiac) až po sedem mesiacov.

Na stanovenie chemických charakteristík sa použili vzorky bukového dreva s rôznou priepustnosťou stanovenou na základe doby skladovania dreva. Podľa doby skladovania, bukové drevo skladované niekoľko dní – maximálne mesiac dosahovalo *maximálnu priepustnosť*, buk skladovaný od júna do septembra – *strednú priepustnosť* a buk skladovaný od marca do septembra – *minimálnu priepustnosť*. Priepustnosť bola určená na Katedre náuky o dreve Technickej univerzity vo Zvolene [4].

Mikroskopickým pozorovaním sa ukázalo, že v bukovom dreve s maximálnou priepustnosťou neboli pozorované hýfy drevokazných húb ani tvorba tyl.

V cievnych bunkách bukového dreva so strednou priepustnosťou bol pozorovaný hojný výskyt hýf, ich frekvencia výskytu však bola nerovnomerná. Bunková stena vlákni- tých buniek bola degradovaná hubami

Bukové drevo s minimálnou priepustnosťou bolo výrazne napadnuté drevokaznými hubami. V cievach sa objavili aj tyly, čo svedčí o zaparení alebo o výskyte nepravého jadra, čo sa významne prejavilo na znížení jeho priepustnosti. Dôvodom znižovania priepustnosti je aj upchatie ciev v dreve tyliami [4].

Časť vzoriek bola dezintegrovaná na piliny, z ktorých sa frakcia 0,5 – 1,0 mm použila na stanovenie vybraných chemických charakteristík: benzén-etanolový extrakt, horúcovodný extrakt, lipofilné látky plynovou chromatografiou [5], lignín podľa Klasona, holocelulóza podľa Wisea, celulóza podľa Kürschner-Hoffera, popol a vybrané anorganické prvky na atómovom emisnom spektrometri (ICP-AES-PLASMARAY 3000 ) [2].

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najväčší *obsah extraktívnych látok a popola* sa nachádzal u bukového dreva s minimálnou a maximálnou priepustnosťou. Veľkosť obsahu týchto látok u bukového dreva s minimálnou priepustnosťou súvisí s tým, že ide o drevo skladované najdlhšie a preto je aj dosť napadnuté hubami a s výskytom tyl. Tyly sú sprievodným znakom tzv. „zdravého nepravého jadra“, pri ktorého tvorbe sa vytvárajú špecifické jadrové látky (fenoly, alkaloidy a iné fyziologicky aktívne látky). Cievy sú úplne alebo čiastočne upchaté hrubostennými tylami, ktoré v dutinách obsahujú často i škrobové zrná a kryštáliky štraveľanu vápenatého, ktoré spolu so spomínanými jadrovými látkami zvyšujú obsah extraktívnych látok [3].

**Tab. 1 Výsledky stanovenia vybraných chemických charakteristík bukového dreva s rôznou priepustnosťou prepočítané na pôvodné drevo**

**Tab. 1 The results of choosen chemical characteristics of beech wood with different permeability calculate on original wood**

Vzorka buka	minimálna priepustnosť	stredná priepustnosť	maximálna priepustnosť
BE extrakt [%]	1,43	0,71	1,19
HV extrakt [%]	2,01	1,83	2,03
holocelulóza [%]	78,74	79,26	77,96
lignín [%]	17,68	18,70	18,31
popol [%]	0,31	0,25	0,30
celková bilancia [%]	100,17	100,75	99,79
celulóza [%]	42,93	45,68	42,40
anorganické látky [mg/kg]	2615,50	1826,90	1723,80
lipofilné látky [mg/100g]	125,81	49,13	108,70

Množstvo týchto charakteristík u bukového dreva s maximálnou priepustnosťou súvisí s tým, že ide o čerstvé drevo, ktoré bolo skladované najmenej. U bukového dreva so strednou priepustnosťou dochádza k zníženiu obsahu extraktívnych látok aj popola. Nižšia hodnota týchto látok mohla byť spôsobená oxidáciou látok počas skladovania. Keďže nešlo aj o čerstvo zoťatú drevinu, mohlo sa to prejaviť znížením podielu látok o prchavé zložky.

Najväčšie zastúpenie v dreve má *polysacharidický podiel (holocelulóza)*. Podiel holocelulózy pôvodného dreva je najväčší u bukového dreva so strednou priepustnosťou a menšie podiely sú u bukového dreva s minimálnou priepustnosťou a maximálnou priepustnosťou. K miernemu zníženiu holocelulózy u dreva s minimálnou priepustnosťou mohlo dôjsť vplyvom hydrolyzy a odbúravania hemicelulóz skladovaním. Vplyv mohli mať drevo-kazné huby, ktorými bolo analyzované drevo napadnuté. Huby svojou enzymatickou činnosťou spôsobili rozpustenie bunkovej steny a nakoľko bunková stena je tvorená v prevažnej miere polysacharidickým podielom, znížilo sa aj celkové percento obsahu holocelulózy v danom dreve. K zvýšeniu holocelulózy u bukového dreva so strednou priepustnosťou mohlo dôjsť kvôli väčšiemu obsahu lignínu v holocelulóze vplyvom kondenzačných reakcií lignínu, ktoré skladovaním prebiehajú.

Pri stanovovaní *celulózy* sa hydrolyzuje len asi 75 % hemicelulóz (z obsahu pôvodného dreva) a zvyšok ich ostane v izolovanej celulóze [6]. Preto hodnoty v bukovom dreve

so strednou priepustnosťou sú vyššie, nakoľko nami stanovená celulóza obsahuje aj pentózy. Naproti tomu nižšie hodnoty celulózy u dreva s minimálnou a priepustnosťou mohli spôsobiť celulózovorné huby vyskytujúce sa v tomto dreve.

Najväčší obsah *lignínu* má zastúpenie u bukoveho dreva so strednou priepustnosťou a s maximálnou priepustnosťou a najmenší u dreva s minimálnou priepustnosťou. Pokles lignínu u buka s minimálnou priepustnosťou mohol nastať odstránením vodorozpustného lignínu. Nemaľý vplyv na nižší obsah lignínu môže mať aj výskyt tzv. „bielej hniloby“, ktorú spôsobujú lignínovorné huby.

**Tab. 2 Výsledky stanovenie anorganických prvkov v bukovom dreve s rôznou priepustnosťou**  
**Tab. 2 The results of inorganic elements in beech wood with different permeability**

Vzorka buka	minimálna priepustnosť	stredná priepustnosť	maximálna priepustnosť
Ca [mg/kg]	966	822	726
Mg [mg/kg]	423	244	343
K [mg/kg]	1076	638	478
Na [mg/kg]	30,1	27,3	20,6
Mn [mg/kg]	25	11	66,1
Fe [mg/kg]	<10	<10	<10
Al [mg/kg]	<10	<10	<10
Si [mg/kg]	95,4	84,6	90,1

Najväčší obsah anorganických prvkov sa nachádzal v bukovom dreve s minimálnou priepustnosťou u všetkých vybraných prvkov. Vzorky bukoveho dreva so strednou a maximálnou priepustnosťou dosahovali najnižšie hodnoty anorganických prvkov, podľa druhu daného prvku. Najväčšie zastúpenie z vybraných anorganických prvkov v bukovom dreve mali prvky draslík a vápnik. Najnižšie zastúpenie mali prvky železa a hliník. Z uvedených výsledkov však nie je možné presne určiť vplyv priepustnosti na obsah vybraných anorganických prvkov v bukovom dreve.

**Tab. 3 Výsledky stanovenia lipofilných látok v bukovom dreve s rôznou priepustnosťou**  
**Tab. 3 The results of lipophile substances in beech wood with different permeability**

Vzorka buka	minimálna priepustnosť	stredná priepustnosť	maximálna priepustnosť
acetónový extrakt [%]	0,93	0,39	0,88
mastné kyseliny [mg/100g]	43,02	11,28	19,48
steroly [mg/100g]	69,27	26,87	62,15
sterolestery [mg/100g]	4,71	6,78	5,06
triglyceridy [mg/100g]	8,81	4,20	22,01

V bukovom dreve sme stanovili štyri druhy sprievodných látok: mastné kyseliny, steroly, sterolestery a triglyceridy. Najvyššie hodnoty dosahovali steroly a mastné kyseliny. Najnižší obsah bol v bukovom dreve zistený u sterolesterov a triglyceridov.

Najvyšší obsah mastných kyselín a sterolov bol stanovený v bukovom dreve s minimálnou priepustnosťou. Najmenšie hodnoty týchto lipofilných látok sa stanovili v bukovom dreve so strednou priepustnosťou. Spomenuté bukové drevo obsahovalo aj najnižší obsah triglyceridov, ale naopak obsahovalo najväčší obsah sterolesterov spomedzi skúmaných bukových vzoriek. Najmenej sterolesterov sme stanovili v bukovom dreve s minimálnou priepustnosťou. Bukové drevo s maximálnou priepustnosťou obsahovalo najviac triglyceridov v porovnaní s ostatnými bukovými vzorkami.

Získané výsledky však nie je možné zovšeobecňovať. Na stanovenie daných výsledkov mohlo mať vplyv niekoľko rôznych faktorov:

- podmienky rastu stromu
- klimatické podmienky
- vek stromu
- dĺžka skladovania dreva
- miesto odberu vzorky z kmeňa
- pôsobenie drevokazných húb, týl a i.

Podobné závery boli vyvodene aj pre dubové drevo [7].

## LITERATÚRA

1. NEČESANÝ, V. *Jádro buka – struktura, vznik a vývoj*. 1. vyd. Bratislava : Slovenská akadémia vied, 1958. s. 9, 64, 119, 125, 173
2. MELCER, I. a I. *Analytická chémia*. 1. vyd. Bratislava : Alfa Bratislava, 1977. s. 326
3. POŽGAJ, A. a I. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. 2.vyd. Bratislava : vydavateľstvo Príroda, 1997. 485 s. ISBN 80-0700960-4
4. ČUNDERLÍK, I. *Vplyv skladovania dreva na vlastnosti dreva a celulózu buničiny*. Vedecký výskum. 1. vyd. Zvolen : Technická univerzita, 2003. s. 25
5. KAČÍK, F. – KAČÍKOVÁ, D. – VELKOVÁ, V. – BUBENÍKOVÁ, T.: Analýza lipofilných extraktívnych látok z dreva a drevných materiálov plynovou chromatografiou. In: „Vybrané procesy pri spracovaní dreva“ : Zborník z V. medzinárodného sympózia konaného v dňoch 8.-10.9.2004 v hoteli Bobrovník. Zvolen : Technická univerzita v Zvolene, 2004. s. 186. ISBN 80-228-1329-X
6. NIKITIN, N. I. *Chémia dreva*. 1. vyd. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, 1956. s. 396
7. FURTÁK, V. *Chemická charakteristika jadrového a beľového dreva vo vzťahu k priepustnosti*. Diplomová práca. 2005. 66 s

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Benutzung von Buchholz hängt von Stufen des Schadens ab. Nach dem Abbau kommt es in bestimmter Zeit zum natürlichen Absterben von Holz. Das Holz wird dem natürlichen Witterungseinfluss und der Pilzinfizierung ausgesetzt. Mit der zusammenhängenden übermäßigen Lagerung von Holz, kommt es zum Schaden des Holzes → zur Verminderung der Durchflussleistung → zu den Änderungen von chemischen Eigenschaften des Holzes.

Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, tiefere Erkenntnisse darüber zu gewinnen, inwiefern die Durchflussleistung des Buchenholzes Einfluss auf seine chemischen Charakteristiken hat. Zur Überwachung des Einflusses haben wir drei verschiedene Durchflussleistungen (die minimale, mittlere und maximale Durchflussleistung) angewendet.

Auf Grund der durchgeführten Messungen wurde festgestellt, dass das Buchenholz mit der mittleren Durchflussleistung die größten Werte bei diesen chemischen Charakteristiken: Holozellulose, Zellulose, Lignin und fettlösliche Stoffe (Fettsäuren, Sterolen, und Triglyzeriden)

erreicht hat. Im Gegenteil hat dieses Buchenholz die niedrigsten Werte bei den Extraktstoffen, der Asche und bei den fettlöslichen Stoffen (Sterolesteren) erreicht.

**Pod'akovanie**

Práca bola vypracovaná s podporou grantovej agentúry VEGA. Grant VEGA 1/3536/06.

**Adresa autora:**

Ing. Marek Malatinec  
Katedra chémie a chemických technológií  
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovensko  
[gomco@pobox.sk](mailto:gomco@pobox.sk)