

SPOLOČNÁ SULFÁTOVÁ VÁRKA BUKOVÉHO A DUBOVÉHO DREVA

COMMON SULPHATE COOKING OF BEECH AND OAK WOOD

Blažej Seman – Anton Geffert

ABSTRACT

This work deals with common sulphate cooking of heartwood (oak) and sapwood (beech) and their influence on the sulphate cooking process. Sulphate pulp from beech, oak and from the mixture of both was prepared under the same conditions. In the prepared unbleached pulp were observed the characteristics of sulphate batch. Part of the pulp was bleached by sodium chlorate. The unbleached and bleached pulps were determined the selected mechanical features, optical features and dimensional characteristics of the pulps.

In common sulphate batch of different wood species occurs to the influence of each other. It is caused by differences in characteristics between the heartwood and sapwood. Different wood structure affects the rate of penetration of the cooking liquor into the chips. Then it is reflected in the manufacturing process of bad impregnating of the chips by cooking liquor. These results are the lower yields, increased volume of rejects, tearing the paper in the pulp machine and worse optical features of pulps.

Keywords: hardwood pulp, properties of pulp, sulphate cooking, the chemical composition of wood.

ÚVOD

Súčasťou nášho každodenného života je papier, ktorý sa vyrába z buničiny a každodenne sa s ním stretávame v rôznych formách. Sulfátový spôsob výroby buničiny sa používa už viac ako 130 rokov a je najmenej citlivý na druh a kvalitu spracovávaného dreva (BUČKO 2001, EK *et al.* 2009). Buničina sa vyrába najčastejšie z dreva, ktoré pozostáva z polysacharidického podielu (celulózy a hemicelulózy), lignínu a extraktívnych látok. Ich koncentrácia sa značne líši medzi drevinami. Hlavný faktor, ktorý ovplyvňuje výťažok buničín je druh dreveniny. Z dreva s vyšším polysacharidickým podielom a nižším obsahom lignínu a extraktívnych látok získame vyšší výťažok buničiny (MACLEOD 2007). Veľkú úlohu tu zohráva aj značná variabilita v anatomickej zložení rôznych druhov dreva, čo ovplyvňuje rýchlosť impregnácie varného roztoku do štiepok.

V lesoch Slovenska prevládajú z hľadiska drevinovej skladby listnaté dreveniny 60,5 %, ihličnaté dreveniny tvoria 39,5 %. Najviac zastúpenými listnatými drevinami sú buk 32 % a dub 10,7 % (MP SR, 2012). Z toho dôvodu najviac spracovávanou dreveninou na buničinu na Slovensku je buk - približne 55–70 %, zvyšných 30–45 % tvoria dub, agát, hrab, topol a iné.

V krajinách, ktoré majú dostatok drevnej suroviny prevažne jedného druhu (napr. vo Fínsku je najviac zastúpená borovica – 65 %, v Českej republike smrek – 55 %), spracovávajú v porovnaní s ostatnými európskymi krajinami najdostupnejšiu surovinu (KÖBLE – SEUFERT 2001). V mnohých krajinách jedinou možnosťou, ako zabezpečiť plynulé zásobovanie celulóziak drevnou hmotou, je spracovávanie viacerých druhov dreva (Anonym 2010). Slovensko patrí k týmto krajinám a problematika spoločného varenia rôznych druhov dreva, tzv. „zmesných várok“ je preto aktuálna pre oba slovenské závody vyrábajúce sulfátovú buničinu - Mondi SCP Ružomberok a Bukocel Hencovce.

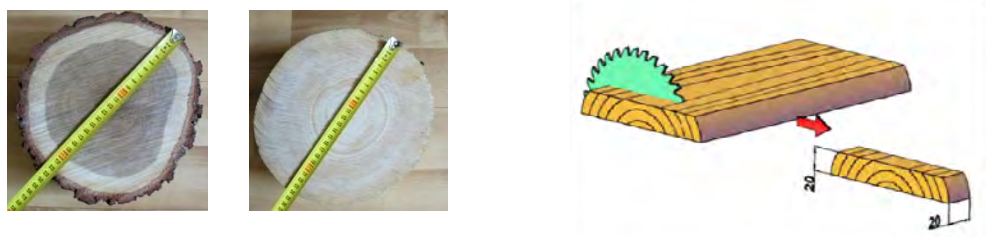
Táto práca nadväzuje na prácu (GEFFERTOVÁ – GEFFERT 2007), ktorí pozorovali delignifikáciu dreva jadrových drevín v porovnaní s nejadrovými. Zhoršená delignifikácia jadrového dreva bola ovplyvnená vyšším obsahom lignínu, extraktívnych látok a zníženou priepustnosťou jadrového dreva v porovnaní s nejadrovými drevinami. Spracovanie jadrových drevín negatívne ovplyvnilo aj optické vlastnosti pripravených buničín.

BRILLA (2007) sa vo svojej práci zaoberal spracovávaním zvýšeného podielu duba a agáta na buničinu. Zvýšený podiel týchto drevín pozitívne ovplyvnil mechanické vlastnosti buničín. Na druhej strane vyššie množstvo extraktívnych látok v dreve spôsobilo, že počas sulfátovej várky sa tieto látky neodstránili a časť z nich ostala v buničine, čo spôsobilo ťažšiu bieliteľnosť buničín a vyššiu spotrebu chemikálií.

Cieľom článku je doplniť poznatky o vplyve spoločnej sulfátovej várky chemicky aj morfológicky rozdielnych druhov dreva na výťažky, mechanické a optické vlastnosti nebielených a bielených buničín pripravených varením buka, duba a zmesi buka a duba v pomere 1:1.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky sledovaného dreva boli odobraté náhodným výberom z výrezov bez chýb o dĺžke 60 cm s priemerom dub 23 cm, buk 24 cm. Z výrezov boli pripravené hranolčeky s rozmermi 20 × 20 mm. Ručne boli pripravené štiepky s hrúbkou 3 až 4 mm štandardných rozmerov. Piliny potrebné na chemický rozbor boli pripravené z výrezov oboch drevín. Sitovaním na sitovom triediči FRITSCH sa pripravila potrebná frakcia pilín o veľkosti 0,5–1 mm na chemický rozbor dreva.



Obr. 1 Vzorky dreva dub, buk a príprava vzoriek.
Fig. 1 Samples of wood oak, beech and sample preparation.

Z pripravených pilín boli stanovené vybrané chemické charakteristiky oboch drevín: benzén-etanolový extrakt, horúcovodný extrakt, holocelulóza podľa Wisea, lignín podľa Klasona. Každá analýza bola opakovaná 3 krát.

Z vyrobených štiepok bola pripravená sulfátová buničina na laboratórnej várni v Hägglundových bombičkách podľa nižšie uvedených podmienok.

Podmienky sulfátovej várky:

začiatočná/konečná teplota	80/170 °C
celkový čas várky	180 min. (výdrž na teplote 60 min)
obsah aktívnych alkálií	16,0 % na a.s. drevo
koncentrácia aktívnych alkálií	99,8 g/l Na ₂ O
sulfidita líhu	24,8 %
hydromodul	1 : 4

Po sulfátovej várke boli delignifikované štiepky prané 8 h v protiprúdnej práčke a rozvláknené na laboratórnem mixéri podľa postupu VÚPC Bratislava. Rozvláknená buničina bola vytriedená na štrbinovom triediči (0,25 mm) a voľne vysušená pri laboratórnej teplote. Z vysušenej nebielenej buničiny bol stanovený výťažok a nasledujúce chemické charakteristiky (3 opakovania): Kappa číslo (STN 50 0258), množstvo α -celulózy (STN 50 0260), stanovenie limitného viskozitného čísla (LVN) (STN ISO 5351/2). Časť pripravenej buničiny bola bielená postupom zhodným ako pri stanovení holocelulózy podľa Wisea.

Z nebielených a bielených buničín boli pripravené skúšobné hárky na hárkovači Rapid-Kötchen (STN 50 0218). Z pripravených hárkov boli stanovené mechanické vlastnosti tržná dĺžka (STN 50 0340), index v dotrhávaní (STN 50 0348) a farebnosť buničín na spektrofotometri Minolta typ CM 2600d. Merania farebnosti sa realizovali v rozsahu vlnových dĺžok od 360 do 740 nm. Pre ohraničenie meranej plochy na vzorke sa použila štandardná meracia clona s \varnothing 8 mm. Na hárkoch bielených a nebielených buničín bolo stanovených 20 meraní z každého druhu buničiny pri stanovení mechanických vlastností buničín. Optické vlastnosti boli stanovené na 10 hárkov z bielenej a nebielenej buničiny. Na každom hárku bolo stanovených 10 meraní.

Rozmerové charakteristiky v nebielených a bielených buničinách boli namerané (3 krát) na prístroji L&W Fiber Tester, v jednej vzorke bolo zmeraných 20 000 vlákien.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah extraktívnych látok (Tab. 1) v benzén-etanolovej zmesi bol vyšší u duba (3,10 %), ako bol stanovený obsah týchto látok u buka (0,60 %). Množstvo extraktívnych látok získaných horúcovodnou extrakciou bol vyšší u duba (5,15 %) v porovnaní s bukom (1,45 %). Pre dub uvádza WAGENFÜHR (2007) 5,40–12,20 %, BRILLA (2007) 5,65 %, ROWEL (2005) 6,0 % a pre buk uvádza WAGENFÜHR (2007) 1,90 %, MALATINEC (2008) 2,16 %, ROWEL (2005) 2,0 %, EK *et al.* (2009) 1,2 %. Stanovené výsledky boli o niečo nižšie, ako je uvedené v literatúre podľa rôznych autorov, čo mohlo byť zapríčinené tým, že piliny oboch drevín, potrebné na stanovenie chemických charakteristík, boli pred analýzami skladované dlhšiu dobu. V priebehu skladovania dreva dochádza k zmenám v obsahu extraktívnych látok, ktoré sú spôsobené vyprchávaním, oxidáciou a v prípade prítomnosti mikroorganizmov aj biochemickými procesmi (VÝBOHOVÁ 2007).

Obsah holocelulózy bol vyšší pri buku 83,65 %, pri dube bol 76,43 %. V dube sa nachádza mierne zvýšené množstvo lignínu 22,90 % v porovnaní s bukom 21,66 %. Obsah holocelulózy pre dub uvádza ROWEL (2005) 76 %, pre buk GEFFERTOVÁ – GEFFERT (2007) 82,0 %. Obsah lignínu uvádza ROWEL (2005) pre dub 24 % a pre buk 22,0 % HON – SHIRAISHI (2001) tak isto uvádzajú pre buk obsah lignínu 22 %. Obsah holocelulózy v porovnaní s literatúrou bol mierne vyšší čo mohlo byť spôsobené relatívnym nárastom, pretože obsah extraktívnych látok v pôvodných vzorkách oboch drevín bol nižší.

Tab.1 Vybrané chemické charakteristiky analyzovaného dreva.
Tab. 1 Chosen chemical characteristics of analysed wood.

Vzorka	Dub	Buk
extrakt po BEE (%)	3,10 ± 0,32	0,60 ± 0,07
extrakt po HVE (%)	5,15 ± 0,08	1,45 ± 0,06
holocelulóza (%)	76,43 ± 0,26	83,65 ± 0,11
lignín (%)	22,90 ± 0,15	21,66 ± 0,17

Poznámka: Čísla za uvedenými priemernými hodnotami sú smerodajné odchýlky (uvedené sú aj v nasledujúcich tabuľkách).

Najvyšší výťažok nebielenej buničiny (Tab. 2) bol dosiahnutý pri buku 50,13 % a najnižší pri dube 46,79 %. Výťažok buničiny zo zmesi oboch drevín bol 47,07 %. Pri všetkých drevinách bolo vytriedené minimálne množstvo neprevarov a možno povedať, že obsah neprevarov bol zanedbateľný.

Hodnota Kappa čísla bola najvyššia pri buničine z duba 26,5 a korešponduje s vyšším obsahom lignínu v pôvodnom dreve. Nižšie Kappa číslo 23,8 bolo stanovené u zmesi oboch drevín a najnižšie Kappa číslo 19,6 bolo stanovené u buničiny z buka (nižší obsah lignínu).

Polysacharidický podiel bol najvyšší v nebielenej buničine duba 97,2 %. V buničinách pripravených zo zmesi oboch drevín a z čistého buku bol obsah polysacharidov približne rovnaký, zmesná buničina obsahovala 96,5 % a buková 96,4 %.

Najvyšší obsah α -celulózy mala buničina z buka 85,2 %, o niečo nižší obsah obsahovala buničina zo zmesi 84,2 % a najnižší obsah mala buničina z duba 80,6 %. Obsah α -celulózy uvádzajú GEFFERTO VÁ – GEFFERT (2007) u duba 83,3 % a MALATINEC (2007) u buka 79,3 %.

Z vyššie uvedených výsledkov sa dá usúdiť, že pri spoločnej laboratórnej várke, dochádzalo k ovplyvňovaniu sa drevín navzájom. Várka čistého duba a čistého buka prebiehala inak, ako spoločná zmesná várka.

Tab. 2 Výťažok buničín, obsah neprevarov, Kappa číslo, holocelulóza, α -celulóza.

Tab. 2 Yield of kraft pulps, contents of rejects, Kappa number, holocellulose, α -cellulose.

Vzorka	Dub	Buk	Zmes
Výťažok (%)	46,79 ± 0,58	50,13 ± 0,15	47,07 ± 0,20
Neprevary (%)	0,04 ± 0,001	0,02 ± 0,001	0,02 ± 0,001
Kappa číslo	26,5 ± 0,09	19,6 ± 0,8	23,8 ± 0,17
Holocelulóza (%)	97,2 ± 0,36	96,4 ± 0,15	96,5 ± 0,25
α -celulóza (%)	80,6 ± 0,15	85,2 ± 0,02	84,2 ± 0,08

Priemerný polymerizačný stupeň (PPS) (Tab. 3) zistený v nebielených buničinách bol vo všetkých vzorkách približne rovnaký. Najvyšší PPS mala zmesná buničina 1573, potom buničina z duba 1566 a najnižší PPS mala buničina z buka 1554. Bielením buničiny došlo k degradácii celulóзовých reťazcov a skrátili sa približne o 50 %.

Najvyšší PPS mala bielená buničina pripravená z buka 825, potom nasledovala zmesná buničina 823 a najnižší PPS mala buničina z duba 790. ČABALOVÁ *et al.* (2009) uvádzajú hodnotu PPS 935 u bielenej zmesnej listnáčovej buničiny. Najvyšší PPS bielenej buničiny pripravenej z buka naznačuje, že pôvodná nebielená buničina obsahovala zo sledovaných vzoriek najväčší podiel kratších celulóзовých reťazcov (Tab. 4), ktoré sa v priebehu bielenia rozpustili, čím došlo k zvýšeniu PPS v porovnaní s ostatnými buničinami.

Tab. 3 LVČ (limitné viskozitné číslo) a PPS v nebielených a bielených buničinách.
Tab. 3 LVN and ADP of unbleached and bleached pulp.

Vzorka	Nebielená buničina			Bielená buničina		
	Dub	Buk	Zmes	Dub	Buk	Zmes
LVČ (ml·g ⁻¹)	1275 ± 2,4	1265 ± 2,1	1280 ± 2,2	643 ± 2,5	672 ± 1,4	670 ± 1,8
PPS	1566 ± 2,3	1554 ± 2,0	1573 ± 2,3	790 ± 2,4	825 ± 1,2	823 ± 1,9

Poznámka: LVN (limiting viscosity number)
ADP (average degree of polymerization)

Pri výrobe papiera je dôležité poznať nielen chemické zloženie vstupnej suroviny, ale je potrebné vedieť aj základné informácie o vláknach ako je dĺžka, šírka, tvar vlákna. Prípadne zastúpenie jemného podielu, ktorý ovplyvňuje vlastnosti papiera.

Najdlhšie a najširšie vlákna v nebielenej buničine (Tab. 4) boli zistené u buka (0,828 mm). Buničina z duba mala oproti bukovej kratšie (0,821 mm) a užšie (22,80 μm) vlákna, u zmesnej buničiny boli vlákna najkratšie (0,810 mm), ale priemerná šírka (21,60 μm) vlákien bola vyššia ako u dubovej buničiny (21,20 μm). Podľa Ilvessalo, Pfäffli (1995) je dĺžka vlákien u buka v rozmedzí 0,5–1,7 mm a šírka 14–30 μm a dĺžka vlákien u duba v rozmedzí 0,5–1,6 mm a šírka 14–30 μm. Faktor tvaru (92,40 %) a jemný podiel (9,42 %) bol najvyšší u bukovej buničiny, mierne nižší u zmesnej (92,20 % / 4,19 %) a najnižší u dubovej buničiny (91,77 % / 1,94 %).

Najdlhšie (0,872 mm) a najširšie (21,70 μm) vlákna v bielenej buničine mal opäť buk. Buničina z duba mala najkratšie (0,794 mm) a najužšie (19,70 μm) vlákna, zmesná buničina mala šírku (20,60 μm) a dĺžku (0,831 mm) vlákien mierne nižšiu v porovnaní s bukovou buničinou. Najvyšší faktor tvaru v bielenej buničine mal dub (91,30 %), o niečo nižšiu hodnotu mala zmesná buničina (91,20 %) a najnižšiu hodnotu mala buničina z buka (90,40 %). Zastúpenie jemného podielu bolo podobné ako u nebielenej buničiny. Najväčší jemný podiel mala buničina z buka (8,94 %), potom zmesná buničina (5,09 %) a najmenej jemného podielu obsahovala buničina z duba (3,55 %).

Tab. 4 Rozmerové charakteristiky buničínových vlákien.
Tab. 4 Dimensional characteristics of pulp fibers.

Vzorka	Nebielená buničina			Bielená buničina		
	Dub	Buk	Zmes	Dub	Buk	Zmes
Priemerná dĺžka (mm)	0,821±0,02	0,828±0,01	0,810±0,01	0,794±0,02	0,872±0,02	0,831±0,01
Priemerná šírka (μm)	21,20±0,13	22,80±0,11	21,60±0,06	19,70±0,15	21,70±0,09	20,60±0,19
Faktor tvaru (%)	91,77±0,20	92,40±0,18	92,20±0,11	91,30±0,12	90,40±0,21	91,20±0,16
Jemný podiel (%)	1,94±0,11	9,42±0,26	4,19±0,17	3,55±0,15	8,94±0,13	5,09±0,09

Najvyššiu hodnotu tržnej dĺžky (Tab. 5) mali hárky pripravené z nemletej nebielenej (1,20 km) a bielenej (1,02 km) dubovej buničiny. Najnižšiu hodnotu mali hárky pripravené z nebielenej (0,94 km) a bielenej (0,64 km) bukovej buničiny. Hodnoty tržnej dĺžky v nebielenej (1,07 km) a bielenej (0,79 km) zmesnej buničiny sa nachádzali medzi hodnotami bukovej a dubovej buničiny. Najvyššiu hodnotu indexu v dotrhávaní mali hárky pripravené z nebielenej (2,62 mN·m²·g⁻¹) a bielenej (2,25 mN·m²·g⁻¹) dubovej buničiny. Najnižšiu hodnotu indexu v dotrhávaní mali hárky z nebielenej (2,25 mN·m²·g⁻¹) a bielenej (2,00 mN·m²·g⁻¹) bukovej buničiny. Hodnoty indexu v dotrhávaní v nebielenej (2,50 mN·m²·g⁻¹) a bielenej (2,12 mN·m²·g⁻¹) zmesnej buničiny sa nachádzali medzi hodnotami bukovej a dubovej buničiny. GEFFERT (1994) uvádza tržnú dĺžku u buka 1,04 km a index v dotrhávaní 1,78 km v nebielených nemletých buničinách. Bielením sa znížila tržná dĺžka a index v dotrhávaní v oboch vzorkách a aj v zmesi.

Buk hoci obsahoval v bielenej aj nebielenej buničine najdlhšie vlákna mal najnižšie hodnoty tržnej dĺžky a indexu v dotrhávaní. Vysvetliť to môžeme najvyšším obsahom jemného podielu v nebielenej aj bielenej buničine z buka a rozdielnym obsahom ciev v bukovom a dubovom dreve. BLAŽEJ a KRKOŠKA (1989) uvádzajú 31 % ciev pri buku a 46 % ciev pri dube. To môže byť príčinou, že aj napriek najlepšiemu priemernému dĺžkovému zloženiu bukovej buničiny v porovnaní s dubovou buničinou a zmesnou buničinou boli hodnoty tržnej dĺžky a indexu dotrhávania najnižšie. Cievky zabezpečujú väčšiu väzbovú plochu, čo sa prejavilo v mechanických vlastnostiach buničín.

Tab. 5 Mechanické charakteristiky buničín.

Tab. 5 Mechanical characteristics of pulp.

Vzorka	Nebielená buničina			Bielená buničina		
	Dub	Buk	Zmes	Dub	Buk	Zmes
Tržná dĺžka (km)	1,20±0,07	0,94±0,03	1,07±0,08	1,02±0,05	0,64±0,04	0,79±0,06
Index v dotrhávaní (mN·m ² ·g ⁻¹)	2,62±0,08	2,25±0,05	2,50±0,05	2,25±0,01	2,00±0,04	2,12±0,02

Z nebielenej nemletej buničiny najvyššiu svetlosť (Tab. 6) mali hárky pripravené z buka (68,41 %), o niečo nižšiu svetlosť mali hárky zo zmesi (65,67 %) a najnižšiu svetlosť mali hárky z duba (65,15 %). Najnižšia svetlosť duba bola zapríčinená najvyšším obsahom extraktívnych látok a na druhej strane buk mal najnižší obsah extraktívnych látok, preto v nebielenej buničine dosiahol najlepšiu svetlosť.

Všetky vzorky sa nachádzali v oblasti červeného a žltého spektra. Najvyššiu hodnotu v červenom spektre mal buk (5,74 %), najnižšiu dub (4,61 %) a medzi nimi sa nachádzala zmes (5,23 %). V žltom spektre mal najvyššiu hodnotu dub (14,21 %), najnižšiu buk (13,46 %) a o niečo nižšiu ako dub mala zmes (14,14 %).

GEFFERTOVA – GEFFERT (2007) uvádzajú priemerné hodnoty súradníc vo farebnom priestore CIELAB nebielených buničín pre dub L* = 64,9; a* = 5,5; b* = 14,2 a pre buk L* = 66,7; a* = 5,8; b* = 13,8.

Bielenie buničiny, z porovnávaných vzoriek výrazne ovplyvnilo svetlosť všetkých hárkov. Najlepšie zlepšenie svetlosti mali hárky pripravené z duba (92,74 %), o niečo nižšiu svetlosť mali hárky z buka (92,37 %) a približne rovnakú hodnotu ako hárky z buka mali hárky zo zmesi (92,27 %). Bielením došlo aj k výraznému posunu v sfarbení povrchu buničínových hárkov, v porovnaní s nebielenou buničinou. Všetky vzorky sa nachádzali na rozhraní zeleného a červeného spektra. Medzi nimi bol zaznamenaný len veľmi malý posun. Najnižšiu hodnotu mali hárky pripravené z buka (-0,01 %), potom nasledovali hárky z duba (0,02 %) a najvyššiu hodnotu mali hárky zo zmesi (0,07 %). V oblasti modrého a žltého spektra sa všetky vzorky nachádzali v žltom spektre. Najvyššiu hodnotu mali hárky zo zmesi (3,56 %), najnižšiu hodnotu mali hárky z duba (2,72 %) a hárky z buka mali (2,95 %).

Tab. 6 Optické charakteristiky pripravených buničín.

Tab. 6 Optical characteristics of prepared pulp.

Vzorka	Nebielená buničina			Bielená buničina		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Dub	65,15 ± 0,29	4,61 ± 0,05	14,21 ± 0,09	92,74 ± 0,51	0,02 ± 0,33	2,72 ± 0,47
Buk	68,41 ± 0,15	5,74 ± 0,07	13,46 ± 0,12	92,37 ± 0,36	-0,01 ± 0,08	2,95 ± 0,40
Zmes	65,67 ± 0,24	5,23 ± 0,08	14,14 ± 0,14	92,27 ± 0,18	0,07 ± 0,05	3,56 ± 0,18

Poznámka: Pri bielení dubovej buničiny bol uskutočnený jeden bieliaci stupeň navyše.

ZÁVER

Na základe dosiahnutých experimentálnych výsledkov vybraných charakteristík vstupných surovín a sulfátových buničín pripravených z buka, duba a zmesi môžeme konštatovať, že:

- dub ako jadrová drevina mal vyšší obsah extraktívnych látok (EL) po BEE 3,10 % aj po HVE 5,15 %. Buk (nejadrová drevina) mal obsah EL po BEE 0,60 % a po HVE 1,45 %. Dub obsahoval nižší podiel holocelulózy 76,43 % v porovnaní s bukom 83,65 % a vyšší podiel lignínu 22,90 % (buk 21,66 %),
- rozdielne chemické zloženie drevín malo vplyv na priebeh várky a dosiahli sme nižšie výťažky pri buničine z duba 46,79 % a zmesnej buničine 47,07 % v porovnaní s bukovou buničinou 50,13 %. Pri zmesnej várke sme dosiahli výťažok, ktorý nebol váženým priemerom výťažku z čistého duba a buka. Súvisí to s ovplyvňovaním sa drevín navzájom. Obsah neprevarov bol pri všetkých buničinách minimálny, keďže štiepky boli pripravené ručne. Kappa číslo bolo stanovené najvyššie v dubovej buničine 26,5 a najnižšie v bukovvej buničine 19,6. V zmesi bolo stanovené kappa číslo 23,8. Najvyššie kappa číslo obsahovala dubová buničina čo súvisí aj s vyšším obsahom lignínu stanovenom v dubovom dreve,
- bielením došlo k poklesu LVČ a PPS v dubovej, bukovvej a zmesnej buničine v priemere o 50,4 %, 53,1 % a 52,3 %,
- v nebielených buničinách boli namerané dĺžky vlákien, dub 0,821 mm, buk 0,828 mm, zmes 0,810 mm v bielených buničinách dub 0,794 mm, buk 0,872 mm, zmes 0,831 mm. Priemerná šírka a faktor tvaru bielením poklesli vo všetkých bielených buničinách. Jemný podiel v bielených buničinách v porovnaní s nebielenými buničinami poklesol v bukovvej buničine o 0,48 %, v dubovej a zmesnej buničine stúpol o 1,61 % a 0,9 %,
- bielením došlo k poklesu mechanických vlastností buničín. Aj keď dub nemal najdlhšie a najširšie vlákna v bielenej aj nebielenej buničine, mal najvyššiu tržnú dĺžku (TD) 1,20 km, 1,02 km a index v dotrhávaní (ID) 2,62 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$, 2,25 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. V zmesnej nebielenej a bielenej buničine boli v porovnaní s dubovou buničinou namerané nižšie hodnoty TD 0,94 km, 0,64 km a ID 2,25 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$, 2,00 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. V bukovvej nebielenej a bielenej buničine boli namerané najnižšie hodnoty TD 0,94 km, 0,64 km a ID 2,25 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$, 2,00 $\text{mN}\cdot\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. Vyššie mechanické vlastnosti dubovej buničiny boli zapríčinené nižším obsahom jemného podielu v buničine,
- najlepšie optické vlastnosti v nebielených buničinách mala buková buničina 68,41 %, nasledovala zmesná buničina 65,15 % a najnižšia hodnota bola nameraná v dubovej buničine 65,15 %. Bielením sa zlepšila svetlosť všetkých buničín. Najvyššiu hodnotu dosiahla dubová buničina 92,74 %, nasledovala buková buničina 92,37 % a zmesná buničina 92,27 %. Najvyššia belosť dubovej buničiny bola ovplyvnená zaradením jedného bieliaceho stupňa najviac v porovnaní s ostatnými buničinami.

Pre nedostatok drevnej suroviny jedného druhu na Slovensku nie je možné vyhnúť sa zmesným várkam a na Slovensku neexistuje celulózka, ktorá by spracovávala iba jeden druh dreva. Stále je to zmes rôznych druhov dreva v rôznom a meniacom sa pomere. Najviac spracovávanou drevinou je buk v kombinácii s inými listnatými drevinami. Pri výrobe buničiny je potrebné mať čo najlepší prehľad o tom, aký druh drevo vstupuje do várky a upravovať technologické parametre (výstup na teplotu, výdrž na teplote, zanášku a. a. a antrachinónu) tak, aby sa dosiahli požadované parametre buničín. V praxi

u buničín zo zmesných várok možno pozorovať kolísanie niektorých dôležitých (riadiacich) parametrov, napr. Kappa čísla, čo spôsobuje aj nerovnomernú spotrebu bieliacich chemikálií, ktorá sa následne môže odraziť v poklese mechanických vlastností pod požadované hodnoty.

LITERATÚRA

- ANONYM 2010: Effect of hardwood species in mixture during kraft cooking, dostupné na: <http://www.abtcp.org.br/arquivos/File/ABTCP%202010/Congresso/06%20de%20outubro/Sala%202%20%2006%2010%20%2011%2030%20%20Denilson%20da%20Silvaerrado.pdf>
- BLAŽEJ, A., KRKOŠKA, P. 1989: Technológia výroby papiera. Bratislava : Alfa, 1989, 584 s. ISBN 80-05-00119-3.
- BRILLA, V. 2007: Vplyv spracovania zvýšeného podielu duba a agátu na proces výroby sulfátovej buničiny (Dizertačná práca), 2007, 106 s.
- BUČKO, J. 2001: Chemické spracovanie dreva v teórii a praxi. Zvolen: TU vo Zvolene, 2001, 427 s. ISBN 80-228-1089-4.
- ČABALOVÁ, I., KAČÍK, F., SIVÁK, J. 2009: Zmeny distribúcie mólových hmotností celulózy pri recyklácii buničínových vlákien. Acta Facultatis Xylogiae Zvolen, 2009, 51(1): 11–17, ISSN 1336 – 3824.
- EK, M., GELLERSTEDT, G., HENRIKSSON, G. 2009: Pulp and paper chemistry and technology. Berlin: Walter de Gruyter, 2009, 308 p. ISBN 978-3-11-021339-3.
- GEFFERTOVÁ, J., GEFFERT, A. 2007: Porovnanie vybraných charakteristík sulfátových buničín pripravených z buka, duba a agátu. In: Selected processes at the wood processing. VII. International symposium Banská Štiavnica 2007. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 7 p. ISBN 978-80-228-1768-4.
- GEFFERT, A. 1994: Chemická charakteristika a delignifikácia bukového dreva z prestarnutých porastov (Dizertačná práca), 1994, 67 s.
- HON, D., SHIRAISHI, N. 2001: Wood and cellulosic chemistry, USA, 2001, 928 p. ISBN 0-8247-0024-4
- ILVESSALO, PFÄFFLI, M. S.: Fiber atlas. Identification of Papermaking Fibers 1. vyd. Berlin, Heidelberg: Springer – Verlag, 1995, 400 p. ISBN 3-540-55392-4.
- KÖBLE, R., SEUFERT, G. 2001: Novel maps for forest tree species in Europe, Institute for environment and sustainability, 6 p. Dostupné na: http://afoludata.jrc.ec.europa.eu/img/tree_species_maps.pdf.
- MACLEOD, M. 2007: The top ten factors in kraft pulp yield. Dostupné na: http://kraftpulpingcourse.knowledgefirstwebsites.com/f/Top_Ten.pdf.
- MALATINEC, M. 2007: Chemická charakteristika bukového dreva s rôznou priepustnosťou stanovenou podľa doby skladovania dreva. Acta Facultatis Xylogiae Zvolen, 2007, 49(2): 25–30, ISSN 1336 – 3824.
- MALATINEC, M. 2008: Prchavé produkty vznikajúce pri termickom zaťažení lignocelulóзовých materiálov (Dizertačná práca), 2008, 113 s.
- MELCER I., MELCEROVÁ A., VOZÁR, M. 1990: Chémia dreva. Zvolen : TU vo Zvolene, 1990, 220 s.
- MINISTERTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA SR 2012. Lesné hospodárstvo, Zelená správa 2012, Bratislava 2012, 67 s. Dostupné na: <http://www.mpsr.sk/index.php?navID=123&id=7199>.
- ROWEL, M. R. 2005: Handbook of wood chemistry and wood composites, USA, 2005, 487 p. ISBN 0-8493-1588-3.
- VÝBOHOVÁ, E. 2007: Degradácia lipofilných extraktívnych látok dubového dreva skladovaním. Acta Facultatis Xylogiae Zvolen, 2007, 49(2): 47–52, ISSN 1336–3824.
- WAGENFÜHR R. 2007: Holzatlas. Leibzig: Fachbuchverlag, 2007, 816 s. ISBN 987-3-446-40649-0.
- STN ISO 302 (500258) : 1993: Buničiny. Určenie čísla Kappa
- STN ISO 1974 (500348) : 1993: Papier. Stanovenie pevnosti v dotrhávaní (metóda podľa Elmendorfa)

STN ISO 5351/2 (500210): 1994: Celulóza v zriedených roztokoch. Stanovenie limitného viskozitného čísla

STN 50 0260: 1986: Skúšanie buničín. Určenie obsahu alfacelulózy

STN EN ISO 5269-2 (500218) : 2005: Buničiny. Príprava laboratórnych hárkov na fyzikálne skúšanie. Časť 2: Metóda Rapida-Köthena

STN 50 0340:1998: Papier a lepenka. Určenie ťahových vlastností.

PodĎakovanie

Autori ďakujú Slovenskej grantovej agentúre VEGA za finančnú podporu pri riešení grantovej úlohy č.1/0272/11, v rámci ktorej vznikol prezentovaný príspevok.

Adresa autorov

Ing. Blažej Seman

Doc. Ing. Anton Geffert, CSc.

Katedra chémie a chemických technológií

Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene

T. G. Masaryka 24

962 21 Zvolen

Slovenská republika

xsemanb@is.tuzvo.sk

geffert@tuzvo.sk