

VLASTNOSTI β -GLUKANOVÝCH FILMŮ Z INTAKTNÍCH A DESINTEGROVANÝCH BUNĚK *Saccharomyces cerevisiae*

MIROSLAV NOVÁK^a, ANDRIY SYNYTSYA^a,
GORDON K. GOMBA^a, ANNA HEJLOVÁ^b,
JIRÍ BLAHOVEC^c, ONDŘEJ GEDEON^d,
PETR SLEPIČKA^e, JAROSLAV MAIXNER^f
a JANA ČOPIKOVÁ^a

^a Ústav chemie a technologie sacharidů, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 3/5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, ^b Katedra matematiky, ^c Katedry fyziky, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, ^d Ústav skla a keramiky, ^e Ústav inženýrství pevných látek, ^f Centrální laboratoře, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 3/5, 166 28 Praha 6 - Dejvice

Došlo 26.7.11, přijato 5.10.11.

Klíčová slova: β -glukan, kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, filmy, struktura, mechanické vlastnosti

Úvod

V moderních krytech ran se používají rozmanité kombinace biologicky aktivních látek, které plní často i funkci kožní náhrady¹. Základní součástí těchto moderních krytů ran jsou obvykle polysacharidy – alginát², chitin nebo chitosan^{3,4}, modifikovaná celulóza⁵, dextran^{6,7}, kyselina hyaluronová^{8,9} a další. Jednou z významných složek těchto moderních krytů ran je (1 $\rightarrow$ 3),(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glukan (dále: β -glukan), používaný buď samotný nebo v kombinaci s želatinou¹⁰ či kolagenem¹¹, nebo želatinou a kyselinou hyaluronovou¹².

β -Glukan podporuje hojení ran tím, že stimuluje především makrofágy^{13,14}, které zajišťují fagocytózu a sekreci cytokinů¹⁵ a produkují faktory, které napomáhají hojení ran, např. epidermální růstový faktor (EGF) a angiogenní faktor. β -Glukan rovněž stimuluje tvorbu kolagenu, který je hlavní funkční složkou pojivových tkání a má zásadní úlohu při tvorbě nové kožní tkáně^{16,17}.

Biologický efekt β -glukanu při uvažované aplikaci jako aktivní kryt rány představuje ovšem pouze jednu, byť důležitější, stránku věci. Tou druhou jsou fyzikálně-chemické a mechanické vlastnosti krytu, které výrazně ovlivňují nejen jeho biologické, ale i aplikační vlastnosti, manipulovatelnost a stabilitu *in situ*. V této práci jsme zaměřili pozornost na tyto vlastnosti filmů z β -glukanu, izolovaného z kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*.

β -Glukan z kvasinek je možné izolovat dvěma zásadními postupy, při nichž se vychází buď z intaktních buněk nebo z buněčného homogenátu. Oba produkty se určitým způsobem odlišují a také se liší i fyzikálně-chemické a mechanické vlastnosti z nich připravených filmů.

Experimentální část

Izolační postupy

β -Glukan byl v případě přípravy z intaktních buněk izolován způsobem podle Mannerse a spol.¹⁸ z komerčního pekařského droždí (*Saccharomyces cerevisiae*, Lessafre Česko, a.s.), které se v 5% suspensi v 6% NaOH digerovalo za chladu a poté za varu a pelet získaný odstředěním se postupně čistil promýváním. V případě přípravy β -glukanu z desintegrovaných buněk byl postup doplněn desintegrací v balotinovém nerezovém laboratorním homogenizátoru s teflonovým rotačním diskem, v 1% NaOH při koncentraci kvasinek 2,5 hm.%. K desintegraci se používaly keramické balotiny (ZY Premium, Sigmund Lindner GmbH; složení 94,7 % ZrO_2 + HfO_2 , 5,1 % Y_2O_3 , průměr 0,6–0,8 mm), které nepodléhají oteru v alkalickém prostředí, jak bylo potvrzeno XRF analýzou. Postup desintegrace byl sledován spektrofotometricky při $\lambda = 260$ nm (uvolňování nukleových kyselin). Jako konec desintegrace byl brán okamžik, kdy se absorbance odstředěného vzorku homogenizované suspence již dále nezvyšovala; tato doba byla 150 s.

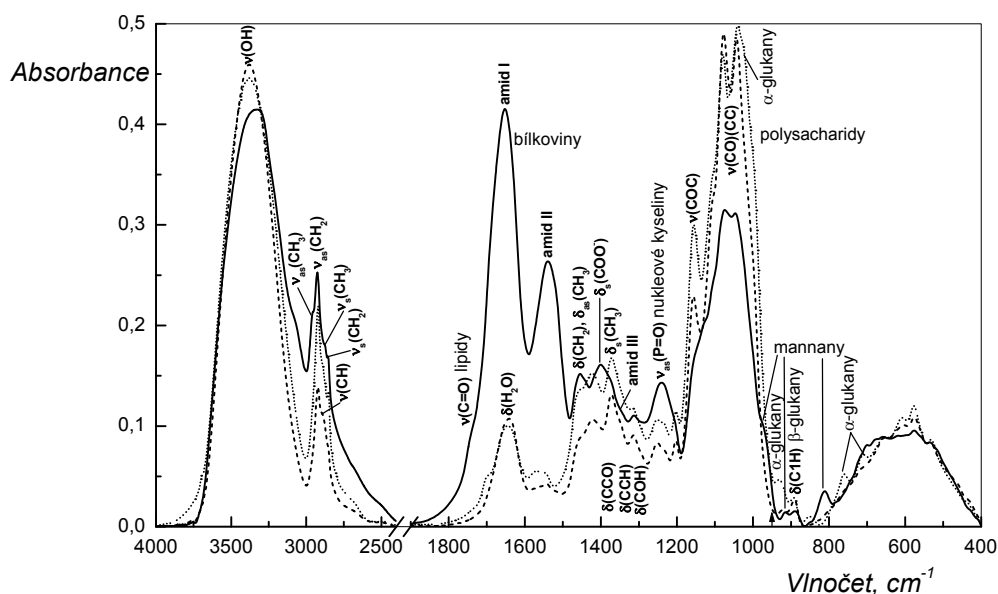
β -Glukan získaný v obou případech není zcela čistý, obsahuje určitý podíl α -glukanů a malé množství proteinů či chitinu (viz obr. 1), ale svou kvalitou odpovídá komerčně dodávaným β -glukanům. Izolace čistšího β -glukanu je samozřejmě možná, ale vzhledem k tomu, že cílem této práce je porovnání filmů ze stejného výchozího materiálu lišících se pouze způsobem izolace, jeví se nám použitý způsob jako adekvátní.

Příprava β -glukanových filmů

Suspense β -glukanu, připraveného jedním nebo druhým postupem uvedeným výše, odpovídající požadované plošné koncentraci filmu (2,5–10 mg cm⁻²), obsahující glycerol jakožto plastifikátor (25 % hmotnosti použitého β -glukanu), byla vylita na hliníkové misky s dokonale rovným dnem se separační vrstvou silikonového tuku. Filmy byly vysušeny 3–5 hodin (podle plošné koncentrace filmu) při 65 °C.

Analytické metody

Obsah monosacharidů v hydrolyzátu vzorku (1 h v 3 mol l⁻¹ kyselině trifluoroctové, 100 °C; po hydrolýze TFA odpařena pod N₂ při 40 °C) byl stanoven aniontovou chromatografií (HPAEC-PAD) na stavebnici Dionex BIO LC (Dionex, USA) s pulsním amperometrickým detektorem, s analytickou kolonou 2 $\times$ 250 mm CarboPac PA1.



Obr. 1. FTIR spektra homogenátu kvasničných buněk (—) a výchozích β -glukanů připravených digescí nedesintegrovaných (.....) a desintegrovaných (—) buněk

Průtok mobilní fáze ($16 \text{ mmol l}^{-1} \text{ NaOH}$) při teplotě 25°C byl $0,25 \text{ ml min}^{-1}$.

Obsah vody ve filmech byl stanoven metodou Karla Fischera na přístroji ThermoOrion AF8 v prostředí směsi methanol:formamid (2:1 obj.), realizovanou podle návodu k použitému přístroji.

Celkové glukany, α -glukan a β -glukan byly stanoveny na komerční soupravě Megazyme K-YBGL 04/08.

FTIR spektroskopie

FTIR spektra práškových vzorků a filmů byla měřena v KBr tabletách na přístroji Nicolet 6700 (ThermoScientific, USA) v oblasti $4000\text{--}650 \text{ cm}^{-1}$ s rozlišením $2,0 \text{ cm}^{-1}$ a počtem skenů 64. Základní linie byla vyhlazena a korigována programem Omnic 8.8 (ThermoScientific, USA).

Mikroskopická analýza

Rastrovacím elektronovým mikroskopem (SEM) s autoemisní tryskou (FEG-SEM, Hitachi S-4700) byl snímán povrch vzorků a lomové hrany získané v kapalném dusíku. Vzorky byly pokoveny 10 nm vrstvou slitiny Au/Pd ve vakuové naprašovačce Bal-Tec SCD-500. SEM obrazy byly zachyceny pomocí sekundárních elektronů se superpozicí topografického a fázového kontrastu. Hodnoty urychlovacího napětí, pracovní vzdálenosti a původního zvětšení jsou uvedeny na jednotlivých snímcích.

Profil povrchu a morfologie filmů byly měřeny mikroskopii atomárních sil (AFM) v kontaktním modu sondou na mikroskopu Digital Instruments CP II se sondou Veeco Silicon P-doped CONT20A-CP (konstanta pružnosti $0,9 \text{ N/m}$).

Rentgenová spektrometrie

Při rentgenové difraktometrii (XRD) byly filmy měřeny při laboratorní teplotě na difraktometru X'Pert PRO θ - θ (PANalytical), s geometrií Bragg-Brentano a $\text{CuK}\alpha$ lampou ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$, $U = 40 \text{ kV}$, $I = 30 \text{ mA}$), s detektorem X'Celerator nebo scintilačním detektorem s rozsahem úhlů $5\text{--}60^\circ$ (2θ), úhlovým rozlišením $0,02^\circ$ (2θ) a intervalem pulsů $0,3 \text{ s}$. Data byla zpracována programem HighScore Plus (PANalytical). Relativní krystalinita v rozsahu úhlů 8 až 60° (2θ) byla spočtena jako poměr intenzity příslušné krystalické stavu a celkové intenzity¹⁹.

Analýza kovových prvků rentgenovou fluorescenční analýzou (XRF) ve filmech probíhala na sekvenčním spektrometru ARL 9400 XP. Data byla vyhodnocena softwarem Winxrf.

Termická analýza

Tepelná stabilita filmů byla měřena diferenční skenovací kalorimetrií (DSC) v přístroji Setaram DSC 131. Při sledování fázových přechodů se teplota v atmosféře N_2 zvyšovala od -40°C do 200°C rychlostí $5^\circ \text{C min}^{-1}$ a tepelná stabilita filmů byla sledována během ohřevu od 20°C do 600°C , opět rychlostí $5^\circ \text{C min}^{-1}$ v atmosféře N_2 . Záznamy byly zpracovány v programu Origin 8.

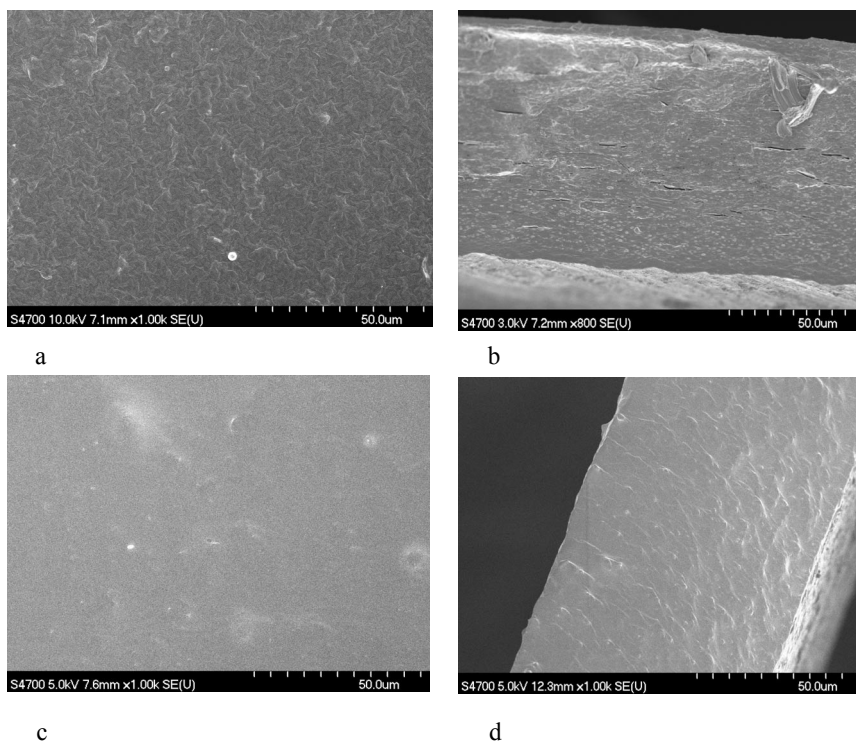
Mechanické testy

Pro mechanické testy byly folie kondicionovány 5 dní při pokojové teplotě a relativní vlhkosti 43% ; stejné poměry byly udržovány v měřicí komoře. Tahové testy do přetržení byly provedeny na univerzálním testovacím přístroji InstronTM (typ 33R 4464) s komorou 3119-506, se softwarem Bluehill (Instron BluehillTM Material Testing

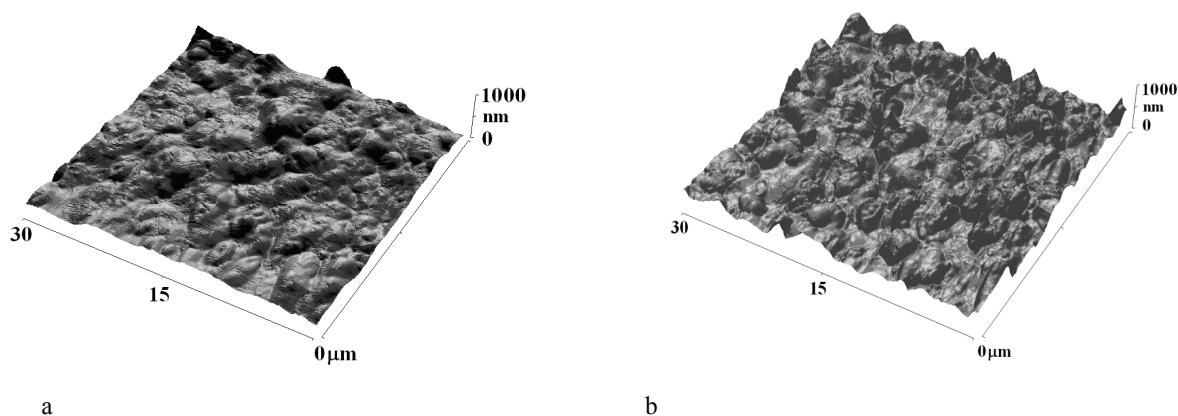
Software, 2004). Namáhaná oblast vzorku byla 35×8 mm, rychlost příčnicku 1 mm min^{-1} . Průměrné hodnoty tloušťky a šířky vzorku (měřeny mikrometrem a stereomikroskopem) sloužily k výpočtu průřezu a napětí. Z deformační křivky, tj. závislosti napětí na poměrné deformaci, byl vypočten Youngův modul pružnosti, určena mez kluzu jako napětí způsobující nepružnou deformaci 0,2 %, pevnost jako napětí při přetržení a tažnost jako poměrná deformace při přetržení^{20,21}.

Výsledky a diskuse

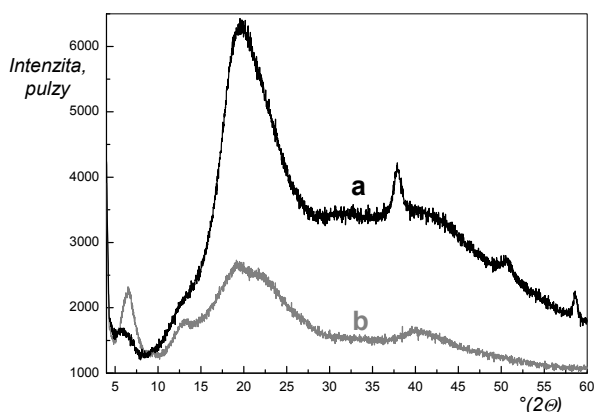
Hydrolyzou β -glukanu jak z nedesintegrovaných tak desintegrovaných buněk kyselinou trifluoroctovou vzniká pouze glukosa, což potvrzuje homogenitu jeho monosacharidového složení²². Skutečný obsah α - a β -glukanů zjištěný enzymovou metodou byl u nedesintegrovaných buněk 4,6 a 35,7 %, u desintegrovaných buněk 3,0 a 69,0 % (průměr ze tří stanovení). Je patrné, že po desintegraci



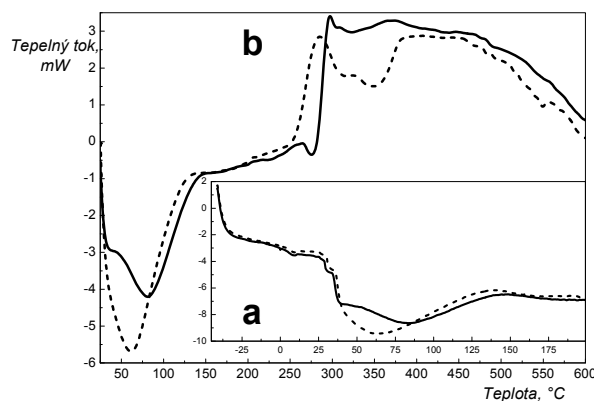
Obr. 2. Elektronoptické snímky povrchu a lomů filmů; β -glukan z nedesintegrovaných buněk: a – povrch filmu, b – lom; β -glukan z desintegrovaných buněk: c – povrch filmu, d – lom



Obr. 3. AFM snímky povrchu filmu (shading ϕ 250°, θ 50°); a – β -glukan z nedesintegrovaných buněk, b – β -glukan z desintegrovaných buněk



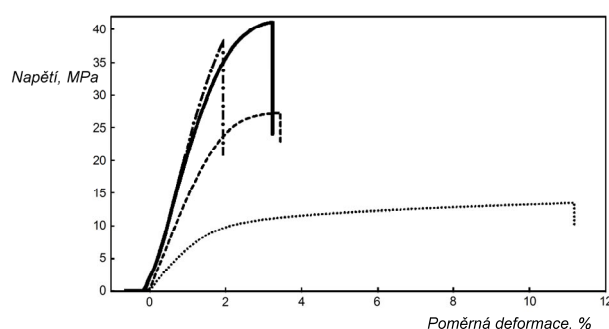
Obr. 4. Rentgenová difraktometrie filmů β -glukanu připravených digescí nedesintegrovaných (— a) a desintegrovaných (--- b) buněk



Obr. 5. DSC filmů β -glukanu připravených digescí intaktních (—) a desintegrovaných (---) buněk; a – ohřev $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, b – ohřev $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $600\text{ }^{\circ}\text{C}$

klesá obsah α -glukanu, což je vysvětlitelné rozvolněním struktury buněčných stěn před následnou alkalickou digescí. Vlhkost připravených filmů se pohybovala kolem 6,4 % při teplotě $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu 33 %.

FTIR spektra výchozích β -glukanů připravených digescí intaktních a desintegrovaných buněk jsou ukázána ve srovnání se spektrem kvasničných buněk po desintegraci na obr. 1. Ve spektru desintegrovaných buněk^{23–25} jsou patrné piky bílkovin (1652 , 1539 a 1342 cm^{-1}), nukleových kyselin (1240 cm^{-1}) a mannanů (971 , 915 a 811 cm^{-1}). Pásky kolem 2961 , 2873 , 1454 a 1370 cm^{-1} (vibrace methylových skupin bílkovin) mizí nebo se výrazně snižují po alkalické digesci, naopak vibrační pásy polysacharidů v oblasti 1200 – 1000 cm^{-1} (pásky β -glukanů kolem 1109 , 1077 , 1043 , 995 , 963 a 891 cm^{-1} , cit.^{24,25}) vykazují výrazný nárůst. Výchozí β -glukan z nedesintegrovaných buněk



Obr. 6. Příklady deformačních křivek pro filmy vyrobené z desintegrovaných (— $0,046\text{ mm}$, --- $0,025\text{ mm}$) a intaktních (— glucan: glycerol 5, glucan: glycerol 3) buněk; data pro filmy vyrobené z intaktních buněk převzata z cit.²⁰

obsahoval výrazné pásy α -glukanů kolem 1022 , 932 , 850 , 760 a 708 cm^{-1} (cit.^{26,27}). Dublet vibrací amid I při 1660 a 1630 cm^{-1} a pás vibrací amid II kolem 1560 cm^{-1} jsou typické pro α -chitin²⁸, který je součástí polysacharidového komplexu buněčných stěn kvasinek.

Ze SEM snímků (obr. 2) horní plochy filmů a lomové hrany je zřejmé, že povrch filmu z intaktních buněk je více heterogenní, s vláknitou strukturou, povrch filmu z desintegrovaných buněk je více homogenní, s jemnou granulární strukturou. Na snímcích lomových hran je homogenita filmu z desintegrovaných buněk ještě patrnější.

Profil povrchu β -glukanových filmů na AFM snímcích vrchní strany filmů (obr. 3) je značně nerovný, s patrnými zbytky buněčných stěn. Film z β -glukanu z desintegrovaných buněk (obr. 3b) obsahuje větší počet rozměrově menších fragmentů a větší podíl amorfni matrix, vznikající další fragmentací buněčné stěny při alkalické digesci. Ostřejší vrcholy jsou patrně důsledkem vyššího stupně rozvolnění buněčných stěn: menší fragmenty jsou více ovlivněny kontrakcí při vysoušení filmů. Na základě velkého počtu proměřených míst je rozmezí výšky fragmentů na filmech z nedesintegrovaných buněk 160 – 220 nm a šířky 3200 – 3600 nm , u fragmentů z desintegrovaných buněk je rozmezí výšky 300 – 320 nm a šířky 3250 až 3400 nm .

Výsledky měření XRD odpovídají látkám s nevýraznou krystalickou a spíše výraznou amorfni strukturou. Relativní krystalinita β -glukanu ve filmu z intaktních buněk byla 27,4 % a β -glukanu ve filmu z desintegrovaných buněk byla 39,4 % (obr. 4). Filmy z obou typů β -glukanu mají hlavní pík kolem $19,5^{\circ}$ (2θ), který odpovídá mezirovinné vzdálenosti $d = 4,49\text{ nm}$; u filmů z obou typů β -glukanu jsou nevýrazné další piky.

Na DSC křivkách příslušných filmů z obou typů β -glukanu jsou dva skelné přechody kolem $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (obr. 5a)^{29–31} a široký endotermní pík mezi $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ daný štěpením intra- a intermolekulárních vodíkových

Tabulka I
Mechanické vlastnosti filmů

Glukan z buněk	β -Glukan [mg/cm ²]	β -Glukan / glycerol [g/g]	n^a	Tloušťka [mm]	Modul pružnosti [MPa]		Mez kluzu [MPa]		Pevnost [MPa]		Tažnost [%]	
					MV ^b	SD ^c	MV ^b	SD ^c	MV ^b	SD ^c	MV ^b	SD ^c
Desint. ^d	5	4	11	0,046	2163	65	32	2,9	40	2,1	3,2	0,18
	2,5	4	8	0,025	2317	77	ns	ns	31	2,4	1,6	0,21
Nedesint. ^e	10	5	15	0,09	1508	37	23	1,9	28	2,8	3,9	1,31
	10	3	21	0,09	712	31	9	1,7	17	5,7	14,2	4,3

^a n počet vzorků, ^b MV průměrná hodnota, ^c SD směrodatná odchylka, ^d ns nestanoveno, ^e data převzata z cit.²⁰

vazeb a postupným odpařováním vody. Při teplotě 277 °C je na DSC křivce filmu z intaktních buněk (obr. 5b) endotermní pík a při teplotě 297 °C exotermní pík, na křivce filmu z desintegrováných buněk endotermní píky při 250 °C a 355 °C a exotermní píky při 282 °C a 381 °C (obr. 5b), které odpovídají teplotám rozkladu polysacharidu²²; polysacharid z desintegrováných buněk má mírně sníženou teplotu rozkladu.

Mechanické vlastnosti filmů z desintegrováných buněk byly testovány vždy na dvou jinak stejných filmech s různými plošnými hustotami, tedy i tloušťkami (tab. I, obr. 6). Významnost rozdílů mezi mechanickými parametry byla posuzována t-testem na hladině $\alpha = 0,05$. Pro silnější filmy byla patrná významně vyšší pevnost ($P = 0,0104$) a vyšší tažnost ($P = 0,00013$) nežli u tenčích filmů. Naproti tomu Youngův modul pružnosti nebyl ovlivněn různou tloušťkou ($P = 0,18$). Na tenčích filmech většinou nebyla měřitelná mez kluzu, příp. splývala s přetržením. Pevnost a tažnost tenčích filmů se prakticky nelišila od meze kluzu a odpovídající poměrné deformace silnějších filmů ($P = 0,85$, resp. 0,78), různá tloušťka filmů tedy neovlivnila významně první část deformačních křivek. K přetržení tenčích filmů přitom docházelo výrazně dříve nežli silnějších filmů.

Výsledky pro filmy vyrobené z nedesintegrováných buněk²⁰, které byly skladovány a testovány za analogických teplotních a vlhkostních podmínek jsou rovněž v tab. I a na obr. 6. Modul pružnosti, mez kluzu a pevnost zjištěné pro filmy z desintegrováných buněk byly výrazně vyšší, filmy jsou tedy i při nižší plošné hustotě výrazně pevnější a méně tažné nežli filmy připravené z nedesintegrováných buněk.

Závěr

β -Glukany z desintegrováných buněk měly nižší obsah α -glukanů a filmy z nich připravené byly ve srovnání s filmy připravenými z intaktních buněk více homogenní, s jemnou granulární strukturou. Amorfni stav filmů s mírnou relativní krystalinitou je spíše vyšší u filmů připravených z intaktních buněk; to je v souladu

s mikroskopií atomárních sil. Teplota skelných přechodů se u jednotlivých typů filmů neliší, avšak filmy připravené z β -glukanu z desintegrováných buněk mají nižší teplotu rozkladu, rozklad ovšem nastává vždy až při teplotách nad 250 °C. Z hlediska užitných vlastností filmů je podstatné, že filmy z desintegrováných buněk jsou pevnější a méně tažné nežli filmy připravené z nedesintegrováných buněk.

Autoři děkují Dr. Janě Ederové za měření DSC křivek, Ing. Jaroslavu Němečkovi za přípravu filmů a doc. Ing. Miroslavu Müllerovi za měření rozměrů vzorků k mechanickým testům.

Tato práce vznikla za podpory projektů GA ČR 525/09/1133 a MŠMT 6046137305.

LITERATURA

- Novák M.: *Proceedings of 6th International Conference on Polysaccharides - Glycoscience* (Čopíková J., Šárka E., Řápková R., ed.), str. 17, VŠCHT Praha, Praha 2010.
- Yimin Qin: *Polym. Int.* 57,171 (2008).
- Ching-Hua Su, Chi-Shu Sun, Sham-Wei Juan, Chung-Hong Hu, Wen-Ting Ket, Ming-Thau Sheu: *Biomater.* 16, 1169 (1997).
- Ching-Hua Su, Chi-Shu Sun, Sheng-Wei Juan, Hsiu-O Ho, Chung-Hong Hu, Ming-Thau Sheu: *Biomaterials* 20, 61 (1999).
- Bajerová M., Krejčová K., Rabišková M., Gajdziok J., Masteiková R.: *Adv. Polym. Technol.* 28, 199 (2009).
- Weng L., Romanov A., Rooney J., Chen W.: *Biomaterials* 29, 3905 (2008).
- Chakravarthy D., Smith D. J.: *J. Bioact. Compat. Polym.* 10, 313 (1995).
- Sang Bong Lee, Hyun Wook Jeon, Young Woo Lee, Seong Kwan Cho, Young Moo Lee, Kang Won Song, Moon Hyang Park, Sung Hwa Hong: *Macromol. Res.* 11, 368 (2003).
- Cervelli V., De Angelis B., Lucarini L., Spallone D., Balzani A., Palla L., Gentile P., Cerulli P.: *Adv. Skin Wound Care* 23, 262 (2010).
- Sang Bong Lee, Hyun Wook Jeon, Young Woo Lee,

- Young Moo Lee, Kang Won Song, Moon Hyang Park, Young Soo Nam, Hee Chang Ahn: *Biomaterials* 24, 2503 (2003).
11. Delatte S. J., Evans J., Hebra A., Adamson W., Other-
sen H. B., Tagge E. P.: *J. Pediat. Surg.* 36, 113 (2001).
 12. Sang Bong Lee, Hyun Wook Jeon, Young Woo Lee,
Seong Kwan Cho, Young Moo Lee, Kang Won Song,
Moon Hyang Park, Sung Hwa Hong: *Macromol. Res.*
11, 368 (2003).
 13. DiLuzio N. R.: *Trends Pharmacol. Sci.* 4, 344 (1983).
 14. Ovington L. G.: *Wound Care* 1998, 116.
 15. Portera C. A., Love E. J., Memore L., Zhang L., Mül-
ler A., Browder W., Williams D. L.: *Am. Surg.* 63,
125 (1997).
 16. Peterková P., Lapčík L.: *Chem. Listy* 94, 371 (2000).
 17. Wei D., Zhang L., Williams D. L., Browder I. W.:
Wound Rep. Regen. 10, 161 (2002).
 18. Manners D. J., Masson A. J., Paterson J. C.: *Biochem.*
J. 35, 19 (1973).
 19. Nara S., Komiya T.: *Starch/Stärke* 35, 407 (1983).
 20. Blahovec J., Hejlová A., Čopíková J., Novák M.: *Pol-
ym. Eng. Sci.*, přijato.
 21. Hejlová A., Blahovec J.: *Proceedings of 6th Interna-
tional Conference on Polysaccharides - Glycoscience*
(Čopíková J., Šárka E., Řápková R., ed.), str. 48,
VŠCHT Praha, Praha 2010.
 22. Slavičková P., Synytsya A., Gomba G. K., Novák M.,
Čopíková J.: *Proceedings of 6th International Confer-
ence on Polysaccharides - Glycoscience* (Čopíková J.,
Šárka E., Řápková R., ed.), str. 191, VŠCHT Praha,
Praha 2010.
 23. Shi Guorong, Rao Liqun, Xie Qingji, Li Jun, Li
Benxiang, Xiong Xingyao: *Vibrat. Spectrosc.* 53, 289
(2010).
 24. Galichet A., Sockalingum G. D., Belarbi A., Manfait
M.: *FEMS Microbiol. Lett.* 197, 179 (2001).
 25. Šandula J., Kogan G., Kačuráková M., Machová E.:
Carbohydr. Polym. 38, 247 (1999).
 26. Zhibankov R. G., Andrianov V. M., Marchewka M.
K.: *J. Mol. Struct.* 436/437, 637 (1997).
 27. Kačuráková M., Belton P. S., Wilson R. H., Hirsch J.,
Ebringerová A.: *J. Sci. Food Agric.* 77, 38 (1998).
 28. Biniś D., Wyszomirski M., Biniś W., Boryniec S.:
Polish Chitin Soc., Monograph XII, 95 (2007).
 29. Wang Xiao-Gang, Carrington T., McKellar A. R. W.:
J. Phys. Chem. 113, 9915 (2009).
 30. Zhang H., Nishinari K., Williams M. A. K., Foster T.
J., Norton I. T.: *Int. J. Biol. Macromol.* 30, 7 (2002).
 31. Zhang H., Huang L., Nishinari K., Watase M., Konno
A.: *Food Hydrocolloids* 14, 121 (2000).

**M. Novák^a, A. Synytsya^a, G. K. Gomba^a, A. Hejlo-
vá^b, J. Blahovec^c, O. Gedeon^d, P. Slepíčka^e, J. Maixner^f,
J. Čopíková^a** (^a *Department of Carbohydrate Chemistry
and Technology*, ^d *Department of Glass and Ceramics*,
^e *Department of Solid State Engineering*, ^f *Central Labor-
atories, Institute of Chemical Technology, Prague*,
^b *Department of Mathematics*, ^c *Department of Physics*,
Czech University of Life Sciences, Prague): **Properties of
β-Glucan Films from Intact and Disintegrated *Saccha-
romyces cerevisiae* Cells**

Insoluble polysaccharide fractions containing β-glucans as the main component were isolated from intact and disintegrated cells of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Films prepared from both these crude glucans as well as raw materials themselves were analysed by FTIR spectroscopy and structure, thermal and mechanical properties of the films were investigated using SEM, AFM, XRD, XRF, DSC and tensile tests. β-Glucan preparations from disintegrated cells had less amount of α-glucans than those obtained from intact cells. Films originated from disintegrated cells were more homogeneous, while crystallinity was more pronounced at films from intact cells. Glass transition of the both types of films underwent at the same temperature. Films from disintegrated cells were less thermo stable, stronger and less elastic than those prepared from intact cells.