

Zvýšenie výťažnosti štiav a farbív bazy chabzdovej enzýmovými preparátmi

MÁRIA KOVÁČOVÁ—ALEXANDER PRÍBELA—IVANA KOZÁROVÁ

Súhrn: Enzýmovou hydrolýzou plodov bazy chabzdovej sa dosiahne výrazné zvýšenie výťažnosti štiav, obsahu antokyanínov a zníženie relatívnej viskozity. Aplikáciou enzýmov v optimálnych množstvách sa dosiahlo zvýšenie výťažnosti šťavy o 17,8—23,3 % a zvýšenie obsahu antokyanínov o 22,3—32,9 %, pričom celulózy sa prejavili účinnejšie ako pektolytický enzým. Čistý enzýmový preparát fy Serva (prírastok ACY o 32,9 %) možno nahradiť priemyselným enzýmovým preparátom z domácej produkcie (prírastok ACY o 32,9 %). Prídavok pektolytického enzýmu k celulóзам sa na sledovaných ukazovateľoch výrazne neprejavil.

Výťažnosť štiav pri lisovaní ovocia je významnou ekonomickou kategóriou. Možnosti zvyšovania výťažnosti štiav sú limitované chemickým zložením, stupňom zrelosti ovocia a technologickými operáciami, najmä spôsobmi drvenia a lisovania. Výťažnosť štiav významnou mierou ovplyvňuje najmä obsah polysacharidov, ktoré znižujú množstvo extraktívnych látok plodov. Preto je potrebná degradácia najmä pektínových, celulóзовých a niektorých komplikovanejších typov polysacharidov [1, 2]. Štiepením týchto vysokomolekulárnych látok sa súčasne zlepšujú technologické vlastnosti štiav. Znižuje sa najmä viskozita, ktorá potom pozitívne ovplyvňuje čírenie štiav [3, 4]. Fermentácia má mimoriadny význam pri spracovaní farebného ovocia [5], z ktorého sa lepšie uvoľňujú farebné látky, najmä antokyaníny, ktoré viazané na tuhé zložky ovocia vyžadujú buď kyslú, alebo enzýmovú hydrolýzu. Keďže pri enzýmovom opracovaní ide spravidla o aplikáciu skupiny hydroláz, popri polysacharidoch môže dochádzať aj k štiepeniu glykozidových väzieb medzi sacharidovou a aglykónovou zložkou [6]. Mnohé heteroglykozidy sú chuťovo, resp. vôňovo senzo-

Ing. Mária Kováčová, Prof. Ing. Alexander Príbel, DrSc., Ing. Ivana Kozárová, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

riticky aktívne, preto možno vhodnou hydrolýzou a fermentáciou zvyraňovať alebo odstraňovať nežiadúce organoleptické vlastnosti štiav.

Z hľadiska obsahu červených antokyanínových farbív sú zaujímavé plody bazy chabzdovej, ktoré sa vyznačujú vysokým obsahom polysacharidov (pektíny, celulóza, hemicelulóza, slizy) [7]. Obsahom antokyanínových farbív až $5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sú plody bazy chabzdovej z technologického aspektu neobyčajne zaujímavé. Na druhej strane baza chabzdová obsahuje senzoricky nežiadúce horké a vôňové látky.

V predloženej štúdii sme sledovali účinok enzýmových preparátov na výťažnosť štiav, farbív a zlepšenie technologických a organoleptických vlastností bazy chabzdovej.

Materiál a metódy

Plody bazy chabzdovej sme nazbierali koncom septembra v okolí Koliby v Bratislave. Plody oddelené od vrcholíkov sme uskladnili v mikroténových vreckách po $0,5 \text{ kg}$ v mraziacom boxe pri teplote -18°C .

Použité enzýmy. Celulóza EC [3.2.1.4 endo-1,4(1,3;1,4)- β -D-glukán-4-glukánhydroláza] — tri druhy:

- celulóza Serva (CS) — čistý enzýmový preparát, výrobca fy Serva Feinbiochemica Heidelberg, USA, produkovaná *Penicillium citreo-viride*, aktivita $0,56 \text{ U} \cdot \text{mg}^{-1}$, opt. pH 5,0—6,0;
- celulóza bez nosiča (CbN) — priemyselný enzýmový preparát, výrobca ZD Kestřany, Bioprovoz Kolín, ČSFR, aktivita $c_x = 29\,050 \text{ mg RL} \cdot \text{g}^{-1}$, s obsahom xylanázy, β -glukozidázy, celobiázy, pektinázy, α -amylázy, β -amylázy, amyloglukozidázy, alkalickéj proteázy, opt. pH 4,0—6,0;
- celulóza s nosičom NaCl (CsN), aktivita $c_x = 10\,000 \text{ mg RL} \cdot \text{g}^{-1}$, výrobca a zloženie ako v bode b), opt. pH 4,0—6,0.

Polygalakturonidáza EC [3.2.1.15 poly-1,4- α -D-galakturonid-glykánhydroláza — peктоfoetidín] P 10 X, priemyselný pektolytický preparát, ZSSR, pektolytická aktivita $120 \text{ j} \cdot \text{g}^{-1}$.

Opracovanie drviny plodov bazy chabzdovej enzýmovými preparátmi. Plody sme po rozmrazení dokonale zhomogenizovali v mixéri pri frekvencii 6000 až $10\,000 \text{ min}^{-1}$. Do 250 ml Erlenmeyerových baniek sme navážili po 100 g drviny a do každej vzorky sme aplikovali jeden druh enzýmového preparátu. Dávkovanie enzýmov:

- celulóza Serva ($0, 20, 40, 60, 80, 100 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ drviny),
- celulóza s nosičom ($0, 50, 100, 150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ drviny),
- celulóza bez nosiča ($0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ drviny),
- pektolytický enzým ($0, 100, 125, 150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ drviny).

Po pridaní enzýmového preparátu sme obsah banky premiešali, uzatvorili a inkubovali 2 h pri 45 °C za občasného premiešavania. Vzorky sme vylisovali cez ľanovú plachietku a v získanej šťave sme zmerali tieto ukazovatele: objem, viskozitu a absorbanciu.

Celulolytické a pektolytické enzýmy sme v optimálnych množstvách skombinovali do *zmesí*, ktoré sme aplikovali do drviny za rovnakých podmienok (2 h, 45 °C). Zmesi enzýmov:

- pektolytický enzým + celuláza s nosičom (125 mg + 50 mg · 100 g⁻¹ drviny),
- pektolický enzým + celuláza bez nosiča (125 mg + 75 mg · 100 g⁻¹ drviny),
- pektolytický enzým + celuláza Serva (125 mg + 60 mg · 100 g⁻¹ drviny).

Meranie viskozity šťiav bazy chabzdovej. Na meranie viskozity sme použili Ubbelohdeho viskozimeter s priemerom kapiláry 1,48 mm. Relatívna viskozita je vyjadrená pomerom prietokového času šťavy a prietokového času destilovanej vody pri 20 °C.

Stanovenie farbív v šťave bazy chabzdovej. Do 100 ml odmernej banky sme napipetovali 1 ml šťavy a 95 ml HCl koncentrácie $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$. pH roztoku sme upravili zriedenou HCl na hodnotu 1,0 (Radiometer TTT 1, Copenhagen, Dánsko) a banku sme doplnili po značku $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Absorbanciu roztoku sme merali v absorpčnom maxime na prístroji Spekol (Carl Zeiss, Jena). Obsah antokyanínov sme vypočítali podľa Fulekiho a Francis [10].

Výsledky a diskusia

Výber enzýmov na ošetrovanie drviny bazy chabzdovej a dávkovanie enzýmov sme zvolili na základe teoretických predpokladov, dostupnosti enzýmov a predbežných pokusov. Podmienky pôsobenia enzýmov, t. j. čas pôsobenia, teplotu a pH sme určili podľa literárnych údajov a odporúčaní výrobcov. Prírastok antokyanínov (ďalej ACY) vplyvom pôsobenia enzýmu na drvinu bazy chabzdovej sme vypočítali vzhľadom na obsah ACY v šťave získanej lisovaním drviny po pôsobení teploty 45 °C 2 hodiny bez prídavku enzýmu. Namerané hodnoty sú v tab. 1—4. Optimálne dávky enzýmov zistené experimentálne sú v tab. 5.

Z údajov v tab. 1—4 je zrejmé, že výťažnosť šťavy a prírastok ACY závisia od množstva aplikovaného enzýmu. Pri optimálnej dávke enzýmu sa dosiahlo zvýšenie výťažnosti šťavy o 12,5—23,2 %, pričom účinok celuláz je v porovnaní s pektolytickým enzýmom podstatne vyšší. Prírastok antokyanínov vo vylisovanom objeme šťavy predstavuje 22,2—32,9 % (obr. 1), celulázy sú účinnejšie ako pektolytický enzým.

Významným poznatkom je fakt, že čistý enzýmový preparát fy Serva, USA

(prírastok ACY o 32,9 %) je možné nahradiť priemyselným enzýmovým preparátom domácej produkcie (prírastok ACY o 32,9 %).

Na znížení viskozity štiav bazy chabzdovej (dôležité z technologického hľadiska) sa výraznejšie zúčastnil pektolytický enzým ($R_v = 1,96$) pred technickými celulázami ($R_v = 2,33$ CbN, resp. 3,07 CsN), pričom rozdiel medzi celulázami a pektolytickými enzýmami nie je podstatný.

Tabuľka 1. Vplyv enzýmu celulóza Serva na výťažnosť šťavy bazy chabzdovej

Table 1. Effect of Serva cellulase enzyme on the yield of donewortberry juice

Množstvo enzýmu ¹ [mg · kg ⁻¹]	V [ml]	A ₅₁₈ pH 1,0	R _v	C _{ACY} [mg · l ⁻¹]	C _{ACY/V} [mg]	Obsah ² ACY [%]
0	57,0	0,169	18,7	2 948,0	168,0	100,0
200	64,0	0,175	1,82	3 061,4	195,9	116,6
400	64,0	0,173	1,69	3 071,7	193,1	114,9
600	69,0	0,185	1,59	3 235,8	223,3	132,9
800	66,0	0,176	1,70	3 078,8	203,2	120,9
1 000	68,0	0,182	1,76	3 174,7	215,9	128,5

V — objem šťavy po vylisovaní; Juice volume after pressing.

R_v — relatívna viskozita; Relative viscosity.

A₅₁₈ — priemerná absorbanca roztoku (pH 1,0) pri $\lambda = 518$ nm v 1 mm kyvete; Average absorbance of solution (pH 1.0) at wavelength 518 nm in the cell with the thickness of 1 mm.

C_{ACY} — celkový obsah antokyanínov vyjadrený ako kyanidín-3-glukozid; Total anthocyanins content expressed as cyanidine-3-glucoside.

C_{ACY/V} — celkový obsah antokyanínov vo vylisovanom objeme šťavy; Total anthocyanins content in pressed volume of juice.

Obsah ACY — obsah antokyanínov v % v enzýmovej šťave vzťahovaný na obsah antokyanínov v šťave bez enzýmu; Anthocyanins content (%) in enzymatic juice related to the anthocyanins content in juice without enzyme.

¹Amount of enzyme. ²Content.

Tabuľka 2. Vplyv enzýmu celulóza s nosičom na výťažnosť šťavy bazy chabzdovej

Table 2. Effect of cellulase enzyme with carrier on the yield of donewortberry juice

Množstvo enzýmu ¹ [mg · kg ⁻¹]	V [ml]	A ₅₁₈ pH 1,0	R _v	C _{ACY} [mg · l ⁻¹]	C _{ACY/V} [mg]	Obsah ACY [%]
0	56,0	0,165	12,78	2 878,2	161,2	100,0
500	60,0	0,178	3,07	3 105,0	214,2	132,9
1 000	66,0	0,170	3,00	2 974,1	196,5	121,8
1 500	68,0	0,168	3,38	2 930,5	199,2	123,6

For explanations see Table 1.

Tabuľka 3. Vplyv enzýmu celulóza bez nosiča na výťažnosť šťavy bazy chabzdovej
Table 3. Effect of cellulase enzyme without carrier on the yield of donewortberry juice

Množstvo enzýmu ¹ [mg . kg ⁻¹]	V [ml]	A ₅₁₈ pH 1,0	C _{ACY} [mg . l ⁻¹]	C _{ACY/V} [mg]	Obsah ACY [%]
0	54,0	0,161	2 817,1	152,1	100,0
750	63,6	0,169	2 956,7	188,0	123,6
1 000	60,4	0,171	2 982,9	180,2	118,4
1 250	58,0	0,168	2 930,5	170,0	111,7
1 500	59,0	0,169	2 956,7	174,4	114,7

For explanations see Table 1.

Tabuľka 4. Vplyv peltolytického enzýmu na výťažnosť šťavy bazy chabzdovej
Table 4. Effect of pectolytic enzyme on the yield of donewortberry juice

Množstvo enzýmu ¹ [mg . kg ⁻¹]	V [ml]	A ₅₁₈ pH 1,0	R _v	C _{ACY} [mg . l ⁻¹]	C _{ACY/V} [mg]	Obsah ACY [%]
0	56,0	0,196	19,48	3 427,7	191,9	100,0
1 000	62,0	0,208	2,36	3 628,3	224,9	117,2
1 250	63,0	0,213	1,96	3 724,2	234,6	122,2
1 500	60,0	0,211	1,84	3 689,3	221,4	115,3

For explanations see Table 1.

Tabuľka 5. Optimálne dávky enzýmov na opracovanie drviny bazy chabzdovej
Table 5. Optimum enzymes doses needed for working of donewortberry pulp

Druh enzýmu ¹	Optimálna dávka ² [mg . kg ⁻¹]	V [ml]	Prírastok ACY [%]	Prírastok objemu [%]	R _v
CS	600	69,0	32,9	21,1	1,59
CsN	500	69,0	32,9	23,2	3,07
CbN	750	63,6	23,6	17,8	2,33
P	1 250	63,0	22,0	12,5	1,96

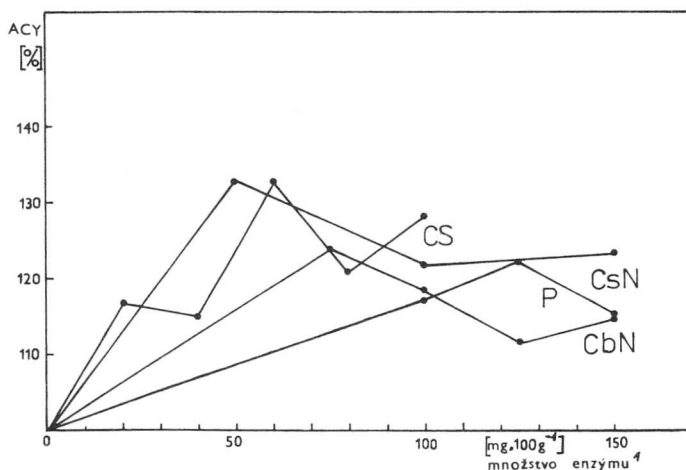
CS — celulóza serva; Serva cellulase.

CsN — celulóza s nosičom; Cellulase with carrier.

CbN — celulóza bez nosiča; Cellulase without carrier.

P — pektolytický enzým; Pectolytic enzyme.

¹Sort of enzyme; ²Optimal dose.



Obr. 1. Závislosť obsahu antokyanínov od množstva enzýmu. CS — celuláza Serva, CsN — celuláza s nosičom, CbN — celuláza bez nosiča, P — pektolytický enzým.

Fig. 1. Dependence of anthocyanins content on the amount of enzyme. CS — Serva cellulase, CsN — cellulase with carrier, CbN — cellulase without carrier, P — pectolytic enzyme.

¹Amount of enzyme.

Tieto fakty možno vysvetliť tým, že pri enzýmovom ošetroaní pektínglykozydázou dochádza k štiepeniu a tým k rozpúšťaniu protopektínu, ktorý tvorí spojivovú zložku medzi bunkami. Vzniknutý rozpustný pektín sa ďalej odbúra a slúži ako stabilizátor zákalu. Zníženie viskozity drvinu a zvýšenie výťažnosti šľavy sa dosiahlo tiež zmenšovaním pevných častíc pomocou celuláz, ktoré rozrušujú bunkové steny [1, 9]. Štiepením β -O-glukozidových väzieb dochádza v molekule antokyanínu k oddeleniu aglykónu od sacharidovej zložky, čo sa prejavilo zvýšením farebnosti šľavy.

Na základe predpokladu, že celulázy a pektolytický enzým sa líšia v spôsobe účinku na jednotlivé zložky drvinu (pektínové látky, celulóza), sme tieto enzýmy skombinovali do zmesí. Do týchto zmesí sme použili enzýmy v množstvách zodpovedajúcich optimálnym dávkam vzhľadom na prírastok ACY vo vylisovanej šľave. Zloženie zmesí a namerané hodnoty sú v tab. 6.

Množstvá antokyanínov po pôsobení zmesí enzýmov sú vyššie v porovnaní so samým pektolytickým enzýmom. Účinok pektolytického enzýmu je zosilnený celololytickými enzýmami v zmesi. Naopak prídavok pektolytického enzýmu k celulázam sa prejavil iba nepatrným zvýšením obsahu ACY — o 1,3 % k CsN, resp. o 4,9 % k CbN. V prípade CS sa prídavok pektolytického enzýmu prejavil dokonca negatívne (zníženie obsahu ACY o 3,04 %). Kým pri skvapalňovaní mrkvy má sama celuláza malý degradačný účinok [8], v prípade bazy chabzdovej sú prírastky objemu šľavy po aplikácii celololytických enzýmov vyššie (17,8

Tabuľka 6. Vplyv zmes enýmiov na výťažnosť šťavy bazy chabzdovej
Table 6. Effect of enzymes mixtures on the yield of donewortberry juice

Enzým ¹ [mg . kg ⁻¹]	V [ml]	A ₅₁₈ pH 1,0	R _v	C _{ACY} [mg . l ⁻¹]	C _{ACY/V} [mg]	Obsah ACY [%]	Objem ² [%]
0	55,6	0,164	19,08	2 869,5	159,5	100,0	100,0
P + CS							
1250 + 600	63,0	0,188	1,67	3 288,1	207,1	129,8	113,3
P + CsN							
1250 + 500	62,0	0,198	1,71	3 453,8	214,1	134,2	111,5
P + CbN							
1 250 + 600	63,0	0,188	1,50	3 279,40	206,6	129,2	113,3

¹Enzyme; ²Volume. For other explanation see Tables 1 and 5.

—23,2 %) ako po pôsobení zmesi celuláz s pektolytickým enzýmom (11,5—13,3 %). Účinok enzýmiov je teda daný charakterom spracúvanej suroviny.

Z technologického hľadiska je prídavok pektolytického enzýmu k technickým celulolytickým preparátom výhodný. Zmesami enzýmiov sa dosiahlo zníženie relatívnej viskozity v porovnaní so samými celulázami (CsN, CbN), ako aj so samým pektolytickým enzýmom.

Záverom možno konštatovať, že enzýmovým ošetrením drviny bazy chabzdovej enzým celuláza bez nosiča z domácej produkcie sa dosiahne pri aplikácii v optimálnom množstve zvýšenie výťažnosti štiav o 23,2 %, zvýšenie obsahu antokyanínov vo vylisovanej šťave o 32,9 % a zníženie relatívnej viskozity na hodnotu 3,07.

Literatúra

1. SUKOVÁ, I., Nové potravinářské technologie a technika. Výskumná správa. Praha, VÚPP 1986
2. POGORZELSKI, E., Przem. Spoz., 37, 1983, s. 167.
3. KIM, D. M.—LEE, S. E.—KIM, K.H., Korea J. Food Sci. Technol., 21, 1989, s. 180.
4. BIAGS, P., Food Manuf., 1987, s. 41.
5. DRDÁK, M.—MALÍK, F.—ŠILHÁROVÁ, A.—GREIF, G., Bull. potrav. výsk., 22, 1983, s. 30.
6. EGLI, K. L., J. Assoc. Off. Anal. Chem, 60, 1977, s. 954.
7. PRÍBELA, A.—IVANIČOVÁ, M.—DANIŠOVÁ, C., Potr. Vědy, 7, 1989, s. 145.
8. RITTSTEINOVÁ, L., Kvasný prům., 35, 1989, s. 247.
9. DAVÍDEK, J.—JANÍČEK, G.—POKORNÝ, J., Chemie potravin. Praha, 1983.
10. FULEKI, T.—FRANCIS, F. J., J. Food Sci., 33, 1968, s. 78.

Do redakcie došlo: 12. 6. 1992

Increase in the yield of juice and colouring matters from danewortberry by means of enzymatic preparations

Summary

By enzymatic hydrolysis of danewortberry fruits, marked increase in the yield of juice, anthocyanins content and decrease in relative viscosity has been reached. Application of enzymes in optimum levels resulted in the increase in juice yield by 17.8 to 23.2%, and in anthocyanins content by 22.2 to 32.9%, while cellulases have shown higher efficiency in comparison with pectolytic enzyme. Pure enzymatic preparation from Serva (increase in ACY by 32.9 %) may be replaced by industrial enzymatic preparation from inland production (increase in ACY by 32.9 %). Addition of pectolytic enzyme into cellulases did not have any impact on investigated characteristics.

Повышение выхода соков и пигментов бузины травянистой ферментными препаратами

Резюме

Ферментным гидролизом ягод бузины травянистой возможно достигнуть значительное повышение выхода соков, доли антоцианинов и понижение относительной вязкости. Применением ферментов в оптимальном количестве было достигнуто повышение выхода соков на 17,8—23,2 % и повышение антоцианинов на 22,2—32,9 %, при этом целюлазы показали эффективнее чем пектолитический фермент. Чистый ферментный препарат фирмы Серва (прирост АСУ на 32,9 %) возможно заменить промышленным ферментным препаратом отечественного производства (прирост АСУ на 32,9 %).

Добавка пектолитического фермента к целюлазам на наблюдаемых показателях значительно не проявилась.