

Flokulace a obsah polysacharidů v buněčné stěně kvasinek při kontinuální výrobě piva

663.44-932
663.12:547.458

V. S. ISAJEVOVÁ - A. J. ŽVIRBLJANSKÁ - G. M. KRICKOVÁ, VNIIPBP, Moskva

Ačkoli flokulace kvasinek má při výrobě piva velký význam, nebyla podstata tohoto jevu dosud plně objasněna. Výzkumní pracovníci přistupují k řešení problému flokulace z různých hledisek, jako např. z hlediska velikosti zákrasné dávky, z hlediska složení prostředí, genetických faktorů apod. V poslední době stále více vystupuje do popředí význam složení buněčné stěny na flokulační schopnost kvasinek. Výzkumní pracovníci v čele s *Masscheleinem* [3, 4, 5, 6] objasnili význam mananu jakožto regulátoru intenzity flokulace, který zřejmě potlačuje aktivní skupiny frakcí buněčných stěn kvasinek, odpovědných za flokulaci.

Několik autorů zkoumalo vzájemný vztah mezi poměrem obsahu mananu k obsahu glukanu a flokulací pivoarských kvasinek.

Podle *Masscheleina* [4, 6] se měnil obsah glukanu v buněčných stěnách kvasinek během růstu kultury málo, avšak zmíněný poměr značně kolísal (1,6–5,3) a do určité míry souvisel s flokulační schopností buněk. *Mill* [7], který zkoumal složení stěny kvasničné buňky téhož kmene v různém stadiu růstu kultury, při němž měly kvasinky slabou, střední a silnou flokulační schopnost, nemohl tyto výsledky potvrdit. Během růstu kultury se poměr mananu ke glukanu měnil velmi málo (1,6–1,8) a u kvasničných buněk s různou flokulační schopností byly obě hodnoty téměř stejné.

Lyons a Hough [8] pozorovali postupné zmenšování obsahu mananu a zvětšování podílu glukanu u flokulujících i neflokulujících kmenů kvasinek během jejich růstu.

Tyto protichůdné výsledky lze pravděpodobně vysvětlit metodickými obtížemi, které vznikají při výzkumu závislosti flokulace na biochemickém složení buněčných stěn kvasinek. Při porovnání složení buněčných stěn flokulujících a neflokulujících kmenů kvasnic (např. práškovitých a vločkovitých) ztěžuje interpretaci výsledků druhová různost. Na druhé straně, abychom získali buňky téhož kmene, avšak s různou flokulační schopností, musíme odebrat vzorky během růstu kultury několikrát. Avšak při stacionární kultivaci mikroorganismů nepřecházejí všechny buňky populace současně do jednotlivých růstových fází. Proto mohou v kultuře existovat současně kvasinky s různou flokulační schopností.

Zcela jiná situace nastane při kontinuální kultivaci kvasinek. Za těchto podmínek jsou všechny buňky populace v téměř stadiu růstu a tedy musí mít stejnou flokulační schopnost.

Studovali jsme vztah mezi flokulací a obsahem mananu a glukanu (a rovněž jejich poměrem) v buněčné stěně kvasinek *Sacch. carlsbergensis* při kontinuální výrobě piva. Byla provedena analýza kvasinek z provozního zařízení pro kontinuální kvašení.

Při tomto způsobu se kvasinky kontinuálně pomnožují

v rozkvasném tanku za stálého přívodu vzduchu a mladina se zkvašuje v systému pěti navzájem propojených kvasných tanků. Prodleva mladého piva v každém tanku — 24 hodin.

Je známo, že při kultivaci kvasinek v aerobních podmínkách se jejich flokulační schopnost značně snižuje. Podobný jev jsme pozorovali i my při kultivaci kvasinek v kontinuálním rozkvasném tanku; přibližně měsíc po začátku kontinuální kultivace ztrácely kvasinky schopnost flokulovat. Poté ve stadiu kontinuálního kvašení se tato schopnost téměř zcela obnovila.

Ve své práci jsme sledovali, jaký vliv má tato změna flokulační schopnosti kvasinek na obsah polysacharidů v buněčné stěně kvasinek.

Flokulační schopnost kvasinek jsme zjišťovali metodou podle *Helma, Nohra a Thorneho* [2], manan a glukon metodou podle *Chunga a Nickersona* [1], sacharidy antronovou metodou modifikovanou *Šmidtem* [9]. Přitom jsme množství mananu vyjadřovali v přepočtu na glukózu a na manózu, glukon v přepočtu na glukózu a vztahovali na mg sušiny.

Výsledky získané při analýze kvasinek z kontinuálního rozkvasného tanku (tab. 1) ukazují, že změna obsahu mananu jasně souvisí se zmenšenou flokulační schopností kvasinek. Určitá zákonitost ve změně obsahu glukanu zjištěna nebyla. Avšak poměr obsahu mananu ke glukanu se zákonitě zvětšoval s poklesem flokulační schopnosti kvasinek a u kvasinek bez flokulační schopnosti byl tento poměr dvojnásobně větší než u kvasinek s normální flokulační schopností.

Tabulka 1. Množství mananu a glukanu v buněčné stěně kvasinek, vypěstovaných v kontinuálním rozkvasném tanku

Doba činnosti rozkvasného tan- ku [dnů]	Flokulační schopnost [ml sedl. za 40 min]	Množství mananu [mg/mg suš.]		Množství glukanu [mg/mg suš.]	Poměr mananu ke glukanu	
		v přepočtu na glukózu	v přepočtu na manózu		při přepočtu mananu na glukózu	při přepočtu mananu na manózu
0	1,2	87,3	228,2	115,9	0,75	1,96
3	0,9	95,6	268,8	97,8	0,98	2,65
11	0,5	147,6	393,3	136,4	1,1	2,9
18	0,3	151,3	407,1	127,4	1,2	3,2
26	0	161,2	451,4	108,0	1,5	4,1

U kvasinek, vypěstovaných v aerobních podmínkách v kontinuálním rozkvasném tanku, se při průchodu systémem kvasných tanků za mikroaerofilních a anaerobních podmínek flokulační schopnost postupně obnovovala (tab. 2).

Tabulka 2. Množství mananu a glukanu v buněčné stěně kvasinek při kontinuálním kvašení

Doba kvašení [dní]	Flokulační schopnost [ml sed. za 40 min]	Množství mananu [mg/mg suš.]		Množství glukanu [mg/mg suš.]	Poměr mananu ke glukanu	
		v přepočtu na glukózu	v přepočtu na manózu		při přepočtu mananu na glukózu	při přepočtu mananu na manózu
1	0	46,3	127,7	66,4	0,69	1,9
3	0,9	41,4	122,3	83,3	0,50	1,5

Zároveň se zmenšoval i obsah mananů a poměr mananu ke glukanu, zatímco množství glukanu se zvětšovalo. Avšak i množství těchto sacharidů a jejich poměr byl menší než u kvasinek, vypěstovaných za aerobních podmínek. Jestliže u aerobně kultivovaných kvasinek, které svou flokulační schopnost ztratily, odpovídal manan 16 % sušiny buňky a glukán 11 %, pak u neflokulujících kvasinek z prvního kvasného tanku byl obsah těchto polysacharidů 5 % a 7 %. Tato změna množství mananu a glukanu v kvasničné buňce byla zřejmě způsobena různými podmínkami kultivace, především kultivací za aerobních podmínek.

Kultivace za aerobních podmínek vedla rovněž k značnému zvětšení velikosti buněk a tím i k zvětšení jejich relativního povrchu. Buňky se během kvašení postupně zvětšovaly, což mělo pravděpodobně vliv na obsah polysacharidů buněčné stěny na 1 mg sušiny.

Pro srovnání byly provedeny analýzy provozních kmenů kvasnic téhož typu, lišících se flokulační schopností (tab. 3).

Tabulka 3. Množství mananu a glukanu v buněčných stěnách provozních kvasnic

Druh kvasnic	Množství mananu [mg/mg suš.]		Množství glukanu [mg/mg suš.]	Poměr mananu ke glukanu	
	v přepočtu na glukózu	v přepočtu na manózu		při přepočtu na glukózu	při přepočtu mananu na manózu
1. Kvasinky se sníženou flokulační schopností (velikost sedimentu 1,0 ml za 40 min)	90,3	242,5	130,6	0,69	1,8
2. Kvasinky s normální flokulační schopností (velikost sedimentu 2,0 ml za 40 min)	70,4	190,1	149,6	0,47	1,3

I v tomto případě menší flokulační schopnost kvasinek souvisela s vyšším poměrem mananu ke glukanu. U provozních kvasnic s vyšší flokulační schopností byl obsah mananu nižší a glukanu vyšší než u kvasnic se slabou flokulační schopností.

Stanovení polysacharidů buněčné stěny kvasinek, vypěstovaných kontinuálně a periodicky, potvrdilo výsledky Masscheleina [5, 6] o úzké souvislosti mezi obsahem mananu v buněčné stěně a flokulační schopností kvasinek. Čím více mananu obsahují buněčné stěny, tím nižší mají buňky schopnost flokulovat.

Co se týče glukanu, nelze na základě získaných výsledků hovořit s určitostí o tom, že by měly přímý vztah k flokulaci. Jak ukázal výzkum, zvětšovalo se množství glukanu se zvýšením flokulační schopnosti kvasinek, avšak při kontinuální kultivaci v aerobních podmínkách nebyla podobná zákonitost pozorována.

Poměr mananu ke glukanu zákonitě rostl se zmenšující se flokulační schopností buněk. Absolutní hodnota tohoto ukazatele je různá u kvasnic se stejnou flokulační schop-

ností, avšak vypěstovaných za různých podmínek: 2,7 až 4,0 u kvasnic vypěstovaných za aerobních podmínek, 1,5–1,9 u kvasnic vypěstovaných za anaerobních podmínek, 1,3–1,8 u kvasnic při periodickém kvašení.

Otázka vlivu glukanu na flokulaci kvasinek si vyžádá další výzkum.

Literatura

- [1] CHUNG, C. W. - NICKERSON, W. J., Journal of Biol. Chem. 1954, č. 1
- [2] HELM, E. - NOHR, B. - THORNE, R., Wallerstein Labs. Com. 1953, č. 55
- [3] MASSCHELEIN, C. A. - DEVREUX, A., Proc. EBC, Copenhagen 1957, s. 194–210
- [4] MASSCHELEIN, C. A., Bev. ferment. et Inds. aliment., 1959, č. 2
- [5] MASSCHELEIN, C. A. - JEUNEHOMME-RAMOS, C., Brass. Malt. Belg. 1959 s. 184
- [6] MASSCHELEIN, C. A. - JEUNEHOMME-RAMOS, C., et al., J. Inst. Brew. 1963, č. 4
- [7] MILL, P. I., J. gen. Microbiol. 1966, č. 3
- [8] LYONS, T. P. - HOUGH, I. S., J. Inst. Brew. 1970, č. 6
- [9] ŠMIDT, L. G., Trudy CNIPB, vyd. X, Piščepromizdat, Moskva, 1963

Přeložil Zdeněk Pilecký

Isajevová, V. S. - Žvirbljanská, A. J. - Krickovová G. M.: Flokulace a obsah polysacharidů v buněčné stěně kvasinek při kontinuální výrobě piva. Kvas. prům. 20, 1974, č. 5, s. 98–100.

Studoval se vztah mezi flokulací a obsahem mananu a glukanu v buněčné stěně *Sacch. carlsbergensis* při kontinuální výrobě piva. Výsledky prokázaly, že změny obsahu mananu souvisejí se změnami flokulační schopnosti kvasinek. Zákonitost ve změnách obsahu glukanu nebyla zjištěna, avšak poměr obsahu mananu ke glukanu zákonitě vzrůstal s poklesem flokulační schopnosti kvasinek. Absolutní hodnota poměru mananu ke glukanu byla u kvasinek vypěstovaných za aerobních podmínek 2,7 až 4,0, za anaerobních podmínek 1,5–1,9 a při periodickém kvašení 1,3–1,8.

Исаева, В. С. — Жвирблянская, А. Е. — Крицкова, Г. М.: Флоккуляция и содержание полисахаридов в стенах клеток дрожжей, применяемых при варке пива непрерывным методом. Квас. прум. 20, 1974, № 5, стр. 98–100.

V статье приводятся результаты изучения взаимоотношения между флоккуляцией и содержанием маннана и глюкана в стенах клеток дрожжей *Saccharomyces carlsbergensis*, применяемых при варке пива непрерывным методом. Анализ результатов показывает, что колебания содержания маннана связаны с изменениями флоккуляционных свойств дрожжей. Что касается глюкана, то никакой закономерности не было обнаружено, однако, соотношение между содержаниями маннана и глюкана по мере снижения флоккуляционной способности дрожжей увеличивается. Абсолютные значения отношений содержания маннана к содержанию глюкана были у дрожжей, разведенных в аэробных условиях 2,7–4,0, а у дрожжей культивируемых в анаэробных условиях 1,5–1,9. Для периодического сбраживания было установлено отношение 1,3–1,8.

Isaieva, V. S. - Zhvirblianskaia, A. J. - Kritzkova, G. M.: Relation of Flocculation to the Content of Polysaccharides in Cell Walls of Yeast Used in Continuous Brewing Process. Kvas. prům. 20, 1974, No. 5, pp. 98–100.

The article deals with the relation of flocculation to the contents of mannan and glucan in the walls of cells of *Saccharomyces carlsbergensis* yeast used in continuous brewing process. The results of research works confirm that there is a relation between the mannan percentage and flocculation properties. No firm relation could be traced for glucan, but mannan to glucan proportion increases with the decreasing flocculation properties of yeast. The absolute values of mannan to

glucan proportion were 2,7 — 4,0 in yeast grown under aerobic conditions and 1,5 — 1,9 in yeast grown under anaerobic conditions. The figures for periodic fermentation are 1,5 — 1,8.

Isajevová, V. S. - Žvirbljanská, G. M. - Krickovová:
Flocculation und Gehalt an Polysacchariden in der Zellwand der Hefen bei der kontinuierlichen Biererzeugung.
Kvas. prům. 20, 1974, No. 5, S. 98—100.

Es wurde das Verhältnis zwischen der Flocculation und dem Mannan- und Glucangehalt in der Zellwand der

Sacch. carlsbergensis bei der kontinuierlichen Bierherstellung studiert. Die Ergebnisse beweisen, dass die Änderungen des Mannangehalts mit den Änderungen der Flocculationsfähigkeit der Hefen zusammenhängen. In der Änderungen des Glucangehaltes wurde eine ähnliche Gesetzmässigkeit nicht bestätigt, aber das Verhältnis zwischen dem Mannan- und Glucangehalt stieg gesetzmässig mit der Senkung der Flocculationsfähigkeit der Hefen. Der Absolutwert des Mannan-Glucan-Verhältnisses war bei den unter aeroben Bedingungen kultivierten Hefen 2,7 — 4,0, unter anaeroben Bedingungen 1,5 — 1,9 und bei periodischer Gärung 1,3 — 1,8.