



## VYUŽITÍ SYROVÁTKY PRO VÝROBU SYROVÁTKOVÉHO PIVA STYLU BERLINER WEISSE

Vladimír Zikán, Alexandra Šalaková, Irena Němečková  
Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Praha

### Using whey for the production of whey-beer in Berliner Weisse style

#### Abstrakt

Pšeničná piva typu Berliner Weisse jsou typicky fermentována bakteriemi rodu *Lactobacillus* v kombinaci s kvasinkami rodu *Brettanomyces* nebo *Saccharomyces*. Jako živné médium se používá mladina vyrobená z pšeničného a světlého ječného sladu, která je mírně přichmelená aromatickým chmelem s nízkým obsahem  $\alpha$ -hořkých chmelových kyselin. Fermentace maltózy při použití pouze bakterií rodu *Lactobacillus*, je pouze částečná a pomalá, a proto je výroba tohoto typu piva zdoluhavá a náročná. Tato práce se zabývá možností podpořit fermentaci mladiny kulturami *Lactobacillus brevis* WLP672 a Berliner Weisse Blend WLP630 přidávkem demineralizované syrovátky do mladiny, aniž by se v porovnání s kontrolním vzorkem piva typu Berliner Weisse z německé tržní sítě významně změnily sensorické vlastnosti finálního piva.

**Klíčová slova:** syrovátkové fermentované nápoje, syrovátkové pivo, Berliner Weisse, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*

#### Abstract

Berliner Weisse wheat beers are typically fermented by bacteria genus *Lactobacillus* in a combination with yeasts genus *Brettanomyces* or *Saccharomyces*. The nutrient medium used is wort made of wheat and light barley malt slightly attached with aromatic hops with a low content of  $\alpha$ -bitter hop acids. Maltose fermentation is only partial and slow, and therefore the production of this type

of beer is lengthy and demanding. This work deals with the possibility of promoting fermentation by cultures *Lactobacillus brevis* WLP672 and Berliner Weisse Blend WLP630 using the addition of demineralized whey and without significant altering of sensory properties of final beer compared to a control sample from the German market network.

**Keywords:** whey fermented drinks, whey beer, Berliner Weisse, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*

#### Úvod

Již dlouhá léta se používá pro snížení pH mladiny kyselý slad, který vzniká fermentací máčených zrn v náduvnicích (zařízení sladovny, kde dochází k máčení zrn po dobu cca 48 hodin, aby stoupla vlhkost zrn k 45 % a mohly se tak v zrnech aktivovat enzymatické procesy spojené s klíčením) mléčnými bakteriemi rodu *Lactobacillus* (William B. Whitman, 2009). Druhou možností je přidávek sladiny fermentované bakteriemi rodu *Lactobacillus* do várky před chmelovarem, aby došlo k optimálnímu snížení pH. Hodnota pH pivovarské sladiny se pohybuje mezi pH 5 až 6. S klesající hodnotou pH klesá i rozpustnost hořkých kyselin, které se při vyšší hodnotě pH vyskytují ve formě solí (Basařová, 2010). Vyšší obsah hořkých chmelových látek působí mikrobistaticky na většinu bakterií mléčného kvašení a zároveň neodpovídá charakteru piv typu Berliner Weisse (Tonsmeire, 2014). Prokvašení sladiny bakteriemi mléčného kvašení je jen 12-16 %. V případě, kdy by byla použita syrovátka jako živné médium, bakterie nemusí fermentovat disacharid maltózu, jak je tomu v průmyslových pivovarech, ale mohou fermentovat disacharid laktózu, čímž se dosáhne vyššího prokvašení a tím i vyššího obsahu kyseliny mléčné. V chmelovaru dochází k ohřevu sladiny po dobu delší než 90 minut na teplotu bodu varu. V této fázi se přidává do sladiny chmel. Takto vznikne mladina, která je, například u piv plzeňského typu, po vytemperování na kvasnou teplotu fermentována pivovarskými kvasinkami rodu *Saccharomyces*. Bakterie mléčného kvašení se v tomto případě již nepodílí na fermentaci a jsou za varnou, v tzv. „studeném bloku“, považovány za nežádoucí kontaminaci (Basařová, 2010). Bakterie *Lbc. brevis* je

dokonce nejčastějším původcem kažení pív (Sakamoto a kol., 2001).

U pšeničných pív druhu Berliner Weisse nebo Lambic však dochází k fermentaci mladiny mléčnými bakteriemi *Lbc. brevis* nebo *Lbc. delbrueckii* současně s kvasinkami rodu *Brettanomyces*, popřípadě kvasinkami rodu *Saccharomyces*. Jedná se zde o synergický proces, kde mléčné bakterie vytvářejí produkci kyseliny mléčné vhodnější prostředí pro fermentaci kvasinek a zároveň se významně podílí na sensorických vlastnostech piva (Tonsmeire, 2014). V případě přidavku demineralizované syrovátky do sladiny a následném mírném chmelení při chmelovaru, obsahuje mladina více užitelných sacharidů pro mléčné bakterie, čímž dojde k rychlejšímu vytvoření vhodného prostředí pro fermentaci kvasinek a tím i k urychlení hlavní fermentace. Bakterie mléčného kvašení se podílejí na hlavním kvašení u pív typu Lambic, Berliner Weisse a Flanders Red (White Labs). Demineralizace syrovátky je žádoucí, neboť by minerální látky mohly reagovat s CO<sub>2</sub> a způsobovat slanou chuť finálního nápoje. Současná separační metoda za použití elektrodiálýzy umožňuje snížení obsahu minerálních látek v syrovátce až o 90 % (Ečer, 2017). Vytkli jsme si proto za cíl odzkoušet výrobu pšeničného piva typu Berliner Weisse s použitím demineralizované syrovátky.

## Materiál a metody

Pro výrobu syrovátkového piva typu *Berliner Weisse* byla použita sušená demineralizovaná syrovátka (Tab. 1) v dávce 8 % hm. z celkového obsahu zkvasitelných cukrů. Zbytek představovala sladina, připravená z 90 % sypání pšeničného sladu a z 10 % sypání plzeňského ječného sladu (Tab. 2). Celkové sypání na várku bylo upraveno tak, aby výsledná mladina s přidavkem demineralizované syrovátky obsahovala celkem 9 % zkvasitelných cukrů. Demineralizovaná syrovátka byla přidána do sladiny až před chmelovarem, kdy byla sladina chmelena chmellem *Cascade* (Tab. 2) tak, aby ve výsledné mladině byl celkový obsah hořkých látek roven 5 IBU (International Bitterness Units). Vzniklá mladina byla rozdělena na dvě části a vpravena do sterilních fermentačních nádob opatřených kvasnou zátkou s možností regulace přetlaku při fermentaci. První část byla zaočkována směsnou kulturou *Berliner Weisse Blend* WLP630 (Tab. 3) a druhá kulturou *Lbc. brevis* WLP672 (Tab. 3). Hlavní fermentace probíhala za podmínek dle specifikace distributora kultur (White Labs, San Diego), a to 5 dní při teplotě 23 °C, dokvašování 14 dní při teplotě 10 °C. Vzniklé pivo bylo vytemperováno na teplotu 1 °C a stočeno z kalů. Skladování probíhalo při teplotě 1-2 °C, aby se vyloučil vliv metabolických procesů mikroorganismů nebo jejich enzymů. V následujících dnech bylo provedeno sensorické hodnocení obou vzorků pěti školenými sensorickými hodnotiteli v porovnání s referenčním pivem typu Berliner Weisse z německé tržní sítě. Pro hodnocení byla použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejdálší

referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku.

Základní chemické složení demineralizované syrovátky bylo zjišťováno na IR-analyzátoru Dairy Spec FT, od firmy Bentley Czech s.r.o., který je pravidelně kalibrován na akreditované metody laboratoře MILCOM a.s.

Složení zkoušených pív bylo měřeno na přístroji Anton Paar SAB, od firmy Anton Paar GmbH, skládajícího se z denzitometru a modulu NIR. Tento přístroj je určen pro analýzu pív a jejich derivátů a měří hustotu a obsah alkoholu, ze kterých se dopočítává stupňovitost, zbytkový extrakt a prokvašení. Přístroj měří i pH a barvu v jednotkách EBC (European Brewery Convention) (Basařová, 2010).

Tab. 1 Základní chemické složení použité syrovátky

Materiál	Tuk [%]	Bílkoviny [%]	Laktóza [%]	Sušina [%]
Sušená demineralizovaná syrovátka	0,90	15,1	81,2	97,2

Tab. 2 Použité suroviny

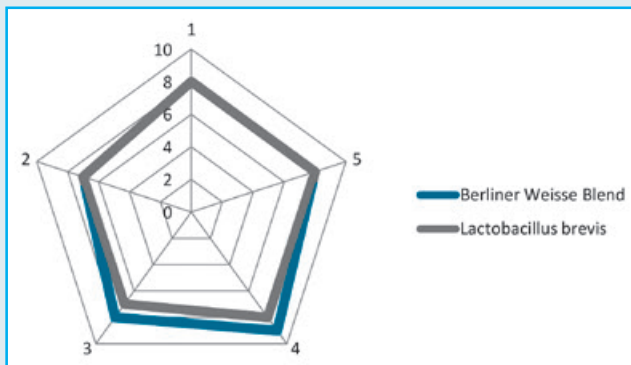
Surovina	Dodavatel
Plzeňský slad	Sladovna Kounice
Pšeničný slad	Sladovna Kounice
Demineralizovaná syrovátka	Moravia Lacto .a.s.
Chmelové pelety Cascade 6,4 % α-hořkých kyselin	Sladovna Kounice

Tab. 3 Vybrané kultury mikroorganismů ze sbírky White Labs San Diego

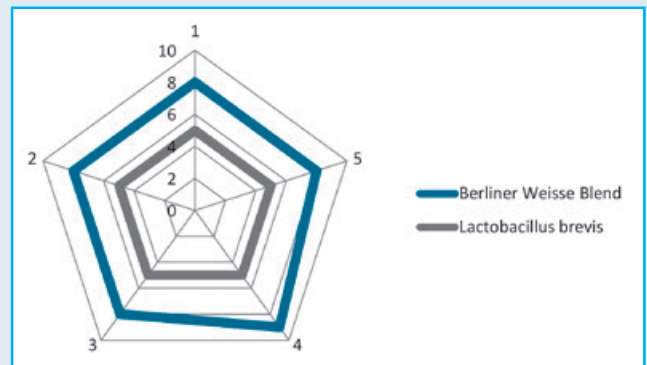
Kultura	Katalogové číslo	Mikrob. kultura
<i>Berliner Weisse Blend</i>	WLP630	svrchní kvasinky pro německá pšeničná piva rodu <i>Saccharomyces</i> , bakterie rodu <i>Lactobacillus</i>
<i>Lactobacillus brevis</i>	WLP672	<i>Lactobacillus brevis</i>

## Výsledky a diskuze

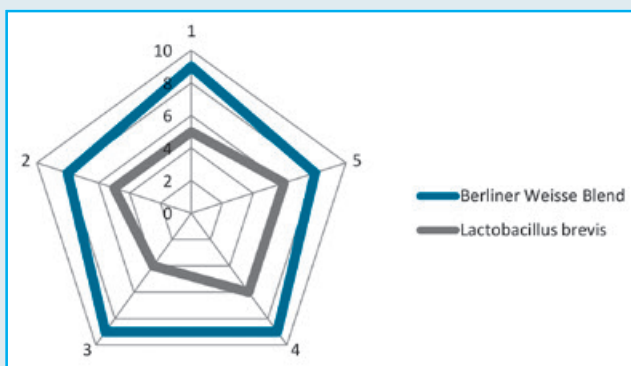
Syrovátková piva, připravená s přidavkem demineralizované syrovátky (Tab. 1) do sladiny, byla fermentována kulturami (Tab. 3). Pro přípravu mladiny byla použita receptura odpovídající receptuře přípravy mladiny pro piva typu Berliner Weisse. Z výsledků analýz (Tab. 4) lze usoudit, že se výsledná piva navzájem lišila. Rozdíly byly zjištěny zejména ve stupni prokvašení a s tím souvisejícím obsahem alkoholu. Směsná kultura Berliner Weisse Blend dosáhla ve zkoušeném vzorku 83 % prokvašení, což bylo téměř stejné jako u referenčního vzorku z tržní sítě, kde prokvašení bylo 82 %. Hodnota hustoty (1,006 g/cm<sup>3</sup>) a hodnota zbytkového extraktu (1,54 %) vyrobeného piva odpovídaly pivu z prodejní sítě typu Berliner Weisse. Při použití kultury *Lbc. brevis* došlo pouze k částečnému prokvašení (27 %), což souviselo i s vyšší hodnotou hustoty (1,026 g/cm<sup>3</sup>) a nižším obsahem alko-



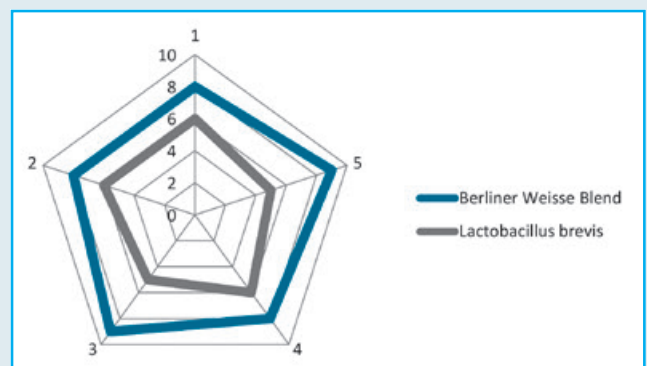
**Graf 1** Sensorické porovnání syrovátkových pív s referenčním pivem – vzhled. Použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejvzdálenější referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku



**Graf 3** Sensorické porovnání syrovátkových pív s referenčním pivem – hořkost. Použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejvzdálenější referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku



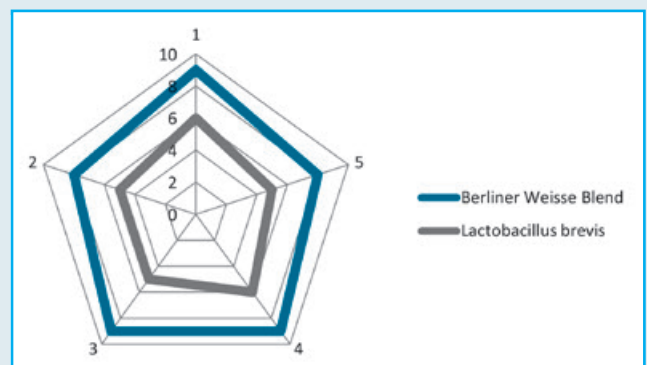
**Graf 2** Sensorické porovnání syrovátkových pív s referenčním pivem – vůně. Použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejvzdálenější referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku



**Graf 4** Sensorické porovnání syrovátkových pív s referenčním pivem – kyselost. Použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejvzdálenější referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku

holu (1,31 %). Dle hodnoty pH lze také usuzovat, že zde nastala vyšší produkce kyseliny mléčné a dalších organických kyselin (Whitman, 2009). Dalším faktorem, který se promítl v nižším obsahu alkoholu (1,31 % obj. u kultury *Lbc. brevis* oproti 3,94 % obj. u kultury Berliner Weisse Blend) je to, že *Lbc. brevis* patří do skupiny heterofermentativních mikroorganismů, kde produktem fermentace není jen alkohol a oxid uhličitý, ale i organické kyseliny, zejména pak kyselina mléčná, mravenčí a octová (Whitman, 2009). O tom svědčila i štiplavá kyselost piva fermentovaného kulturou *Lbc. brevis*. Výsledek může být též lehce ovlivněn faktem, že optimální teplota fermentace je dle specifikace pro kulturu Berliner Weisse Blend 20-23 °C, zatímco pro kulturu *Lbc. brevis* 21-24 °C. Ačkoliv má kultura *Lbc. brevis* pro daný typ piva výrobcem uvedenou optimální teplotu fermentace 21-24 °C, všeobecně uváděná optimální teplota fermentace je 30-40 °C (Whitman, 2009).

Ze sensorického hodnocení pěti školených hodnotitelů (Tab. 5, Graf 1, Graf 2, Graf 3, Graf 4, Graf 5) lze usoudit, že při použití směsné kultury Berliner Weisse Blend bylo dosaženo téměř identického piva a to i s použitím přídatku demineralizované syrovátky, která se dokonce příznivě odrazila v sušenkovo-mléčné příchuti piva. Fermentace probíhala rychleji oproti délce fermentace



**Graf 5** Sensorické porovnání syrovátkových pív s referenčním pivem – celkové sensorické hodnocení. Použita stupnice 1-10, přičemž 1 je nejvzdálenější referenčnímu vzorku a 10 je prakticky nerozpoznatelná od referenčního vzorku

popisované v literatuře (Tonsmeire, 2014). Žádoucího efektu, a to rychlejšího poklesu pH prostředí na hodnoty optimální pro fermentaci kvasinkami bylo dosaženo s kulturou Berliner Weisse Blend.

U kultury *Lbc. brevis* došlo jen k částečnému prokvašení mladiny (27 %), což se negativně odrazilo v sensorických vlastnostech produktu. Došlo rovněž k vyšší produkci kyseliny mléčné a dalších organických kyselin,

Tab. 4 Složení zkoušených piv na přístroji Anton Paar

	Jednotky	WLP 630	WLP672	Berliner Weisse
Původní stupňovitost	%	9,02	9,02	8,78
Hust. pův. mladiny	g/cm <sup>3</sup>	1,036	1,036	1,035
Fin. hustota	g/cm <sup>3</sup>	1,006	1,026	1,006
Alkohol	% obj.	3,94	1,31	3,81
Zbyt. extrakt	%	1,54	6,57	1,54
Prokvašení	%	83	27	82
Barva	EBC	5,85	6,08	5,52
pH		3,32	3,05	3,51

jenž dodaly pivu výraznou kyselost, která vystupovala před ostatní senzoričké vjemy. Limitní hodnota pH je pro kulturu *Lbc. brevis* pH 3, při které se zastavují veškeré metabolické procesy a tím i fermentace. Další negativní vlastností vyrobeného piva byla štiplavá sirná vůně (Basařová, 2010), která je typická pro mladá a nevyzrálá piva stylu Berliner Weisse a pravděpodobně by došlo k jejímu odstranění prodloužením doby dokvašování. Pozitivní ani negativní vliv přídavku syrovátky v případě kultury *Lbc. brevis* nebyly průkazné.

## Závěr

Byl navržen nový směr využití demineralizované syrovátky v pivovarském průmyslu, a to přídavek syrovátky do mladiny, jakožto doplňkový zdroj zkvasitelných cukrů pro bakterie mléčného kvašení. Při fermentaci kulturou Berliner Weisse Blend došlo k hlubšímu prokvašení (83 %). U kultury *Lbc. brevis* došlo pouze k částečnému prokvašení (27 %), což se negativně projevilo i na senzoričských vlastnostech piva. Nižší prokvašení bylo spojeno i s vyšší kyselostí tohoto piva. V případě aplikace syrovátky do mladiny piv typu Berliner Weisse byl charakter piva ovlivněn zejména použitou mikrobiální kulturou. Surovátka zde doplňovala chuťový profil daného stylu piva. Při použití pro jiné druhy piv, jako je například ležák pilsenského typu, by se jednalo o nežádoucí příchut, jelikož by se zcela vymykala typickému senzoričkému profilu daného piva. Proto využití syrovátky jako pomocné suroviny v pivovarství bude spíše okrajovou, místní záležitostí pro vybrané pivní styly.

Tab. 5 Senzorické porovnání syrovátkových piv s referenčním pivem

Senzoričský charakter	Berliner Weisse Blend	<i>Lbc. brevis</i>	Berliner Weisse
Vzhled	patrný mléčný zákal	patrný mléčný zákal	lehce zakalené
Vůně	bohatá, podobná B.W.	kefírová, sirná, štiplavá	nakyslá, ovocná, podobná těstu
Hořkost	jemná, decentní	ztrácí se v kyselosti a štiplavosti	jemná
Kyselost	výrazná, odpovídající	velice výrazná	výrazná
Konkrétní senzoričké klady	citronově kyselá, ovocná, sušenková, smetanovo-kefírová chuť	kyselá, mléčná s dozvyky sladu	citrusová kyselost, ovocné aroma, mléčně sušenková chuť
Konkrétní senzoričké zápory	nespecifikované těkavé složky	svíravá kyselost a výrazné sirné aroma	-
Celkový dojem	kladný, pozitivní	od ref. vzorku vzdálené	-

## Poděkování

Práce vznikla s finanční podporou NAZV na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na základě rozhodnutí MZE-RO1419.

## Literatura

- BASAŘOVÁ G. (2010): *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, ISBN 978-80-7080-734-7.
- EČER J. (2017): Odsolování ultrafiltračních permeátů syrovátky pomocí elektrodialýzy. *Mlékařské listy* 164, 28/5: s. 9-12.
- SAKAMOTO K., MARGOLLES A., VEEN H., KONINGS W. (2001): Hop Resistance in the Beer Spoilage Bacterium *Lactobacillus brevis* Is Mediated by the ATP-Binding Cassette Multidrug Transporter. *Journal of Bacteriology*, 183 (18): s. 5371-5375.
- TONSMIERE M. (2014): *American Sour Beers*.
- WHITE LABS: Pure Yeast and Fermentation. (cit. 31.10.2019) Dostupné z: [https://www.whitelabs.com/sites/default/files/WL\\_Poster-Ber\\_Matrix%20\\_10-28-19-web.pdf](https://www.whitelabs.com/sites/default/files/WL_Poster-Ber_Matrix%20_10-28-19-web.pdf)
- WHITMAN W. (2009): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Second Edition, Springer, ISBN: 978-0-387-95041-9.

## Korespondující autor:

Vladimír Zikán, Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.,  
Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6  
e-mail: zikan@milcom-as.cz

Přijato do tisku: 27. 12. 2019

Lektorováno: 4. 2. 2020

## SOUČASNÝ STAV SVĚTOVÉHO TRHU SE SÝRY

Jiří Kopáček

Českomoravský svaz mlékárenský z.s., Praha

### The current state of the world cheese market

#### Abstrakt

Rešeršní článek popisuje současný vývoj světového sýrašství za období posledních 15 let. Opírá se při tom o statistická data za sledované období získaná zejména ze zdrojů IDF. Konstatuje, že sýry patří dlouhodobě k trvale