

УДК 663.40

Л.В. Пермякова, В.А. Помозова, А.А. Павлов, С.И. Хорунжина**ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ПИЩЕВЫХ ПОДКОРМОК
ДЛЯ ДРОЖЖЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА**

Работа посвящена способам активации жизнедеятельности пивных дрожжей путем использования различных видов подкормок – препарата пантов и комплексной дрожжевой подкормки. Показано положительное влияние данных препаратов на активность некоторых ферментов дрожжевой клетки, отвечающих за подготовку и собственно процесс спиртового брожения. Использование активированных дрожжей для сбраживания пивного суслу способствует интенсификации процесса и улучшению качества пива.

Дрожжи пивные, пищевые подкормки, брожение, пиво.

Введение

Экономические условия на современном этапе развития требуют новых подходов к решению проблемы повышения конкурентоспособности пивоваренных предприятий и формированию конкурентных позиций. В этой связи одна из главных задач современного пивоварения – поиск путей снижения себестоимости готового продукта, улучшение его качества и расширение ассортимента выпускаемой продукции. Решение этих задач возможно за счет разработки новых сортов пива с использованием биологически активных добавок, внедрения нового оборудования, совершенствования технологии.

Одним из направлений повышения эффективности технологических процессов в производстве пива является использование препаратов активных сухих пивоваренных дрожжей (АСПД). Однако жизнеспособность таких дрожжей в большинстве случаев понижена. Поэтому перед брожением их необходимо не только реактивировать, но и проводить активацию. Для активации жизнедеятельности сухих дрожжей как в процессе брожения суслу, так и при хранении используют пищевые подкормки различного состава (одно- и многокомпонентные), сочетающие в себе минеральные и органические вещества [1]. Применение этих препаратов ускоряет разбраживание суслу, предотвращает замедление и остановку брожения, сокращает длительность процесса, способствует глубокому сбраживанию экстракта, увеличивает стойкость дрожжей к автолизу. Однако в состав большинства предлагаемых препаратов входят минеральные вещества в форме неорганических соединений (диаммонийфосфат, метабисульфит калия, сульфаты цинка и марганца, хлорид калия), что с гигиенической точки зрения в производстве пищевых продуктов нежелательно.

Цель данных исследований – повышение активности пивоваренных сухих дрожжей путем применения препаратов природного органического и неорганического происхождения.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – сухие пивные дрожжи Saflager расы W-34/70 (производство Франции). Средой для обработки дрожжевой культуры, а также для сбраживания служило охмеленное пивное суслу экс-

трактивностью 12 %, полученное в условиях предприятия ОАО «Келлерс» (г. Кемерово).

В качестве источника различных биологически активных веществ органического происхождения для активации дрожжей использовали пантосодержащее сырье в виде сухого препарата. В составе препарата пантов имеются липиды, азотистые соединения, кальций, фосфор и другие компоненты [2]. В липидный комплекс входят фосфолипиды, моно-, ди- и триглицериды, стеринны, жирные кислоты, эфиры стериннов. Наибольший интерес представляют стеринны и свободные жирные кислоты, входящие в состав клеточных мембран.

В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности на кафедре технологии бродильных производств и консервирования разработана и запатентована комплексная дрожжевая подкормка (КДП) [3], которую также применяли для повышения жизнеспособности дрожжевой культуры. Данная подкормка представляет собой смесь совместно измельченных цеолитсодержащего туфа и сухих хлебопекарных дрожжей. КДП сочетает в себе минеральную составляющую природного цеолита и биологически активные вещества дрожжевых клеток (белки, аминокислоты, витамины, неорганические компоненты).

В исходных дрожжах и в процессе активации определяли биохимические показатели культуры по активности ферментов подготовительной стадии брожения – α -глюкозидазы (мальтазы) и инвертазы (β -фруктофуранозидазы), отвечающих соответственно за расщепление мальтозы и сахарозы, а также зимазного комплекса, катализирующего непосредственно процесс спиртового брожения. Активность ферментов определяли поляриметрическим методом [4].

Реактивацию сухих дрожжей и их активацию исследуемыми препаратами осуществляли по следующей схеме:

сухие дрожжи (1 г) + суслу (10 см³) →
реактивация 20 мин, 25 °С
 + суслу (100 см³) + препарат →
выдержка 1 ч, 25 °С

Препарат пантов в дрожжевую суспензию добавляли в виде 0,1 %-го водного раствора, КДП – в сухом виде. Контролем служил образец дрожжевой суспензии в сусле без внесения препарата.

Для изучения процесса сбраживания дрожжи (с активацией или без нее) вносили в сусло из расчета 20 млн кл./см³ с учетом количества мертвых клеток. Брожение вели при температуре 12–15 °С в закрытых сосудах с гидрозатвором в течение 5–6 сут.

В процессе брожения определяли с использованием методов, принятых в пивоварении, величину сбраживания экстракта, содержание дрожжевых клеток общее, почкующихся, с гликогеном, мертвых [5].

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований представляло интерес изучить действие порошка пантов на активность некоторых ферментов дрожжей. Постановка опыта описана выше.

Полученные результаты (табл. 1) свидетельствуют, что внесение препарата пантов в разводку дрожжей на стадии подготовки их к сбраживанию сусла приводит к увеличению активности исследуемых ферментов дрожжевой клетки в сравнении с контролем: α -глюкозидазы (мальтазы) – в 2,0–6,8 раза, зимазы – в 1,5–2,5 раза, инвертазы – в 4,5–6,2

раза. Возрастание ферментативной активности напрямую связано с дозой препарата.

Таблица 1

Влияние препарата пантов на ферментативную активность дрожжей

Образец	Доза, % к объему суспензии дрожжей	Активность, ед/г		
		зимазы	мальтазы	инвертазы
Контроль	–	26,80	1,43	11,44
Опыт 1	$0,10 \cdot 10^{-3}$	40,34	2,85	52,40
Опыт 2	$0,25 \cdot 10^{-3}$	53,10	3,57	66,70
Опыт 3	$0,50 \cdot 10^{-3}$	67,20	5,70	68,70

С целью оптимизации состава среды для обработки дрожжей было изучено совместное влияние препарата пантов и КДП на ферментативную активность дрожжей. В качестве контроля в одном случае служил образец без внесения подкормок, в другом (контроль') – с внесением пантов для оценки эффективности воздействия каждого из препаратов.

Увеличение активности ферментов происходит во всех случаях (табл. 2, варианты 1–3), но в большей степени это выражено для зимазы. Активность данного ферментного комплекса увеличивается по отношению к контролю в 6–7 раз, мальтазы – в 1,5–2,3 раза, что зависит от дозы препаратов.

Таблица 2

Влияние КДП и препарата пантов на ферментативную активность дрожжей

Вариант	Доза, % к объему суспензии дрожжей		Активность, ед/г		Вариант	Доза, % к объему суспензии дрожжей		Активность, ед/г	
	пантов	КДП	зимазы	мальтазы		пантов	КДП	зимазы	мальтазы
Контроль	–	–	26,89	31,40	Контроль' с внесением пантов	$0,05 \cdot 10^{-3}$	–	25,80	72,00
Опыт 1	$0,50 \cdot 10^{-3}$	0,05	161,34	45,70	Опыт 1'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,05	130,5	83,40
Опыт 2	$0,75 \cdot 10^{-3}$	0,05	188,30	62,80	Опыт 2'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,075	170,3	103,20
Опыт 3	$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,05	194,50	71,30	Опыт 3'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,10	175,5	148,30

Изменение соотношения между КДП и препаратом пантов в сторону увеличения дозы комплексной подкормки приводит также к возрастанию активности ферментов (табл. 2, варианты 1'–3'). Однако активность α -глюкозидазы увеличивается в меньшей степени (в 1,2–2,0 раза) в сравнении с образцами 1–3, обработанными смесью подкормок с изменяющейся дозировкой пантов. Значения активности зимазы (варианты 1'–3') не отличаются существенно от предыдущей серии опытов.

Из приведенных данных видно, что повышение ферментативной активности связано с наличием в среде комплекса веществ, вносимых именно с препаратом пантов. Благодаря липидному составу пантов, дрожжи получают необходимые им компоненты для роста и развития. Также следует отметить, что совместное использование препарата пантов и КДП более эффективно сказывается на ферментативной активности культуры, чем применение только пантов.

Известно, что недостаток кислорода в среде сбраживания приводит к ослаблению размножения дрожжей и снижению их жизнеспособности. Кислород необходим дрожжам, главным образом, для синтеза липидных компонентов клеточных мембран – ненасыщенных жирных кислот и стерина [6, 7]. Они служат лимитирующими факторами роста дрожжей, и их содержание определяет физиологическое состояние культуры.

Кислород, растворенный в среде, наряду с другими химическими факторами должен рассматриваться как необходимое для дрожжей питательное вещество. Достаточное насыщение сусла кислородом способствует быстрому размножению физиологически активных дрожжей [6]. Благодаря кислороду осуществляется синтез стерина, часть насыщенных жирных кислот переводится в ненасыщенные жирные кислоты, обладающие низкой точкой плавления и благоприятствующие лучшему проникновению веществ через мембрану. Недостаток липидов нега-

тивно влияет на процесс брожения, что объясняется замедленным ростом биомассы дрожжей с низкой жизнеспособностью, а это в свою очередь, приводит к вялому брожению, появлению постороннего запаха, связанного с плохой редуцией диацетила и ацетальдегида.

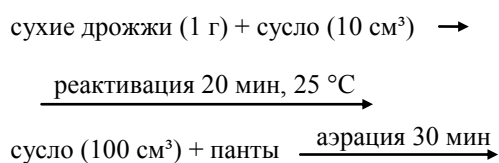
Также от содержания кислорода в сусле зависит использование дрожжами азота. С увеличением концентрации кислорода в среде возрастает скорость потребления азотистых соединений дрожжами. Азотный обмен дрожжей имеет большое практическое значение, так как от системы биосинтеза и расщепления аминокислот и других азотсодержащих веществ зависит как построение структурных компонентов клетки, так и образование ароматических веществ пива.

Кислород является важнейшим регулятором активности ферментов. Нормальная аэрация сула (6–8 мг $O_2/дм^3$) способствует синтезу мальтазы, повышению активности ферментов, входящих в зимазный комплекс дрожжей – гексокиназы и фосфофруктокиназы [6, 7].

Однако увеличение кислорода в среде может привести и к ряду нежелательных процессов: увеличению окислительно-восстановительного потенциала, излишнему накоплению биомассы, образованию повышенных количеств метаболитов клетки, удлиняющих созревание пива, образованию большого количества эфиров (в результате пиво получается с фруктовым запахом). Поэтому не рекомендуется проводить аэробработку дрожжей более 30 мин, чтобы дрожжи не перешли с бродильного типа обмена веществ на дыхательный [7].

С целью насыщения среды не только необходимыми органическими и минеральными веществами, но и кислородом проводили аэробработку дрожжевой суспензии перед введением в среду сбраживания.

Схема реактивации и аэрации дрожжей:



Насыщение дрожжевой суспензии в сусле с добавлением 0,1 %-го водного раствора препарата пантов (доза 1 см³/100 см³) кислородом воздуха осуществляли микрокомпрессором. Ферментативную активность дрожжей определяли сразу после аэрации через каждые 10 мин.

Результаты исследований приведены в табл. 3. Аэрация дрожжевой культуры в присутствии препарата пантов оказывает положительное влияние на активность исследуемых ферментов, причем с увеличением длительности аэрации величина активности во всех случаях возрастает – мальтазы в 7 раз через 30 мин аэробработки в сравнении с 10-минутной, а зимазы в этих же условиях – в 6 раз.

Далее было исследовано влияние аэрации на ферментативную активность дрожжей при разных дозировках препарата пантов. В качестве контроля был взят образец дрожжевой суспензии с предварительной аэрацией в течение 30 мин, но без внесения пантов.

Таблица 3

Активность ферментов дрожжей при аэрации с препаратом пантов

Длительность аэрации, мин	Активность, ед/г		
	зимазы	мальтазы	инвертазы
10	0,72	1,43	19,07
20	2,89	2,85	20,03
30	4,34	9,99	22,89

Из данных табл. 4 видно, что при аэрации дрожжей в присутствии препарата пантов в разных дозах увеличение активности зимазного комплекса происходит в 2,2–3,8 раза в сравнении с контролем, α -глюкозидазы в меньшей степени – в 1,4–2,5 раза.

В следующей серии опытов было исследовано влияние предферментационной аэрации дрожжей длительностью 30 мин при совместном использовании препарата пантов и КДП в различных соотношениях. Контроль – суспензия дрожжей с внесением пантов, без аэробработки.

Возрастание в смеси подкормок препарата пантов (опыт 1–4) способствует повышению активности зимазного комплекса 3–4 раза, мальтазы – 4,8–7 раз по отношению к контролю (табл. 5). Увеличение дозы КДП в смеси (опыт 1'–3') приводит также к изменению активности ферментов, но в меньшей степени: зимазы – в 1,2–1,8 раза, а мальтазы – в 1,5–2,6 раза.

Таблица 4

Зависимость активности ферментов дрожжей от дозы препарата пантов в условиях аэрации

Вариант	Доза, % к объему суспензии дрожжей	Активность, % от контр.	
		зимазы	мальтазы
Опыт 1	$0,1 \cdot 10^{-3}$	224,00	74,80
Опыт 2	$0,5 \cdot 10^{-3}$	225,10	139,20
Опыт 3	$1,0 \cdot 10^{-3}$	375,05	186,40
Опыт 4	$1,5 \cdot 10^{-3}$	383,50	251,40

Наблюдаемые явления связаны с входящими в состав препарата пантов органическими и неорганическими соединениями. Ценность пантов определяется их химическим составом, особенно липидным и аминокислотным компонентами [2, 8]. В липидный комплекс входят: фосфолипиды, моно- и диглицериды, стеринны, жирные кислоты, триглицериды, эфиры стериннов. Преобладающими фракциями являются фосфолипиды, стеринны и свободные жирные кислоты. Большая часть жирных кислот приходится на ненасыщенные кислоты, из которых основные – олеиновая, линолевая, арахидоновая. Из насыщенных кислот доминируют пальмитиновая и стеариновая.

Таблица 5

Активность ферментов дрожжей при аэрации и совместном применении КДП и препарата пантов

Вариант	Доза, % к объему суспензии дрожжей		Активность, ед/г		Вариант	Доза, % к объему суспензии дрожжей		Активность, ед/г	
	пантов	КДП	зимазы	мальтазы		пантов	КДП	зимазы	мальтазы
Контроль	$0,05 \cdot 10^{-3}$	–	67,23	7,13	Контроль'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	–	80,68	14,30
Опыт 1	$0,50 \cdot 10^{-3}$	0,05	225,80	34,24	Опыт 1'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,05	94,13	21,40
Опыт 2	$0,75 \cdot 10^{-3}$	0,05	258,70	47,90	Опыт 2'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,075	134,50	35,70
Опыт 3	$1,00 \cdot 10^{-3}$	0,05	268,90	50,89	Опыт 3'	$0,05 \cdot 10^{-3}$	0,10	145,50	36,90

Из аминокислот содержатся как заменимые (преобладают пролин, глицин, аланин), так и незаменимые (в основном лизин, лейцин, валин).

Из минеральных веществ в значительном количестве обнаружены кальций, магний, железо, кремний, фосфор, натрий, калий, марганец, следы меди, ванадия, кобальта, титана, бария, стронция, молибдена, бора. Хелатные комплексы органических веществ с металлами переменной валентности, входящими в состав золы пантов и препаратов их них, способны образовывать системы высокой биологической активности.

Наличие гормонов и факторов роста также обуславливает биологическую активность препарата пантов [8].

Среда для подготовки дрожжей и сбраживания обогащена липидными компонентами, которые вносятся с препаратом пантов. Дрожжи в этом случае напрямую потребляют жирные кислоты (насыщенные и ненасыщенные), стерины, имеющие низкую точку плавления, что благоприятствует быстрому встраиванию их в мембраны клетки и лучшему проникновению питательных веществ (сахаров, аминокислот) внутрь дрожжевой клетки. Аминокислоты, микро- и макроэлементы являются стимуляторами роста и активаторами ферментов дрожжей.

Активация дрожжевой культуры путем аэробработки в присутствии подкормок более эффективно сказывается на ферментативной активности дрожжей, чем без насыщения суспензии кислородом. При наличии в среде кислорода и предшественников образование липидных компонентов клетки протекает достаточно быстро.

Таким образом, подготовка дрожжей к сбраживанию суслу с использованием различных препаратов позволяет улучшить биохимические показатели культуры, что может в дальнейшем положительно сказаться на процессе брожения.

Для обеспечения нормального уровня размножения дрожжей, протекания процесса брожения пищевые подкормки разного типа в соответствии с рекомендациями производителей вносят чаще всего в сусло до введения дрожжевой разводки.

Задача следующего этапа исследований – сравнение эффективности влияния подкормок при внесении их на различных этапах производства.

Постановка эксперимента заключалась в изучении процесса сбраживания пивного суслу активированными и неактивированными дрожжами. Брожение охмеленного пивного суслу осуществляли сле-

дующими способами (табл. 6): опыт 1 – реактивированные сухие дрожжи (но без активации) вводили в сусло, в которое предварительно вносили препарат пантов; опыт 2 – сусло с внесенными предварительно препаратами пантов и КДП сбраживали неактивированными дрожжами; опыт 3 – дрожжи перед введением их в сусло предварительно активируют препаратом пантов. В качестве контрольного был взят вариант сбраживания суслу дрожжевой разводкой без предварительной ее активации и без внесения в среду подкормок.

Таблица 6

Варианты опытов

Вариант	Стадия внесения препарата	Доза препарата, % к объему среды
Контроль	Дрожжи → сусло	–
Опыт 1	Дрожжи → сусло + панты	$0,5 \cdot 10^{-3}$
Опыт 2	Дрожжи → сусло + панты + КДП	$0,5 \cdot 10^{-3}$ (панты) 0,05 (КДП)
Опыт 3	Дрожжи + панты → сусло	$0,5 \cdot 10^{-3}$

Процесс брожения оценивали по скорости сбраживания экстракта (по количеству выделившегося CO_2) и физиологическому состоянию дрожжевой культуры (по количеству клеток почкующихся, с гликогеном, мертвых, общему содержанию дрожжей).

На основании полученных данных (рис. 1) можно отметить, что во всех опытных образцах скорость сбраживания экстракта значительно выше и достигает своего максимума на 1–2 сут раньше, чем в контроле. Внесение подкормок в сусло перед введением дрожжей более эффективно, особенно при совместном использовании препаратов, в сравнении с предварительной активацией дрожжей.

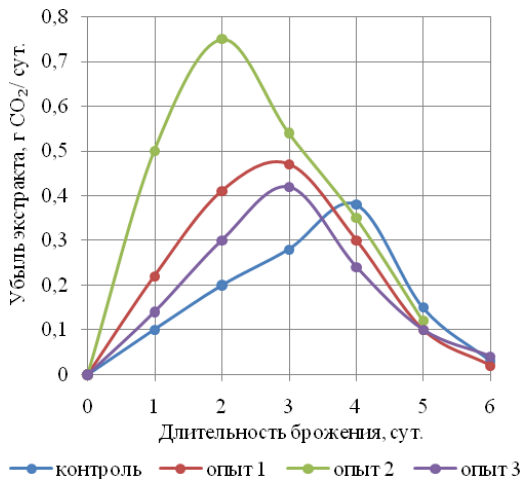


Рис. 1. Изменение экстракта в процессе брожения

Максимальное количество клеток на 27–70 % больше в опытных вариантах, чем в контрольном образце (рис. 2). В конце процесса брожения концентрация дрожжей во всех вариантах практически одинакова и лежит в пределах, рекомендуемых для проведения нормального осветления пива.

Дрожжевая культура изначально характеризовалась повышенным количеством мертвых клеток (31 %). В процессе сбраживания уже после первых суток концентрация мертвых клеток в опытных образцах снизилась примерно на 65–85 %, причем в большей степени в варианте с активацией дрожжей на стадии их подготовки (табл. 7).

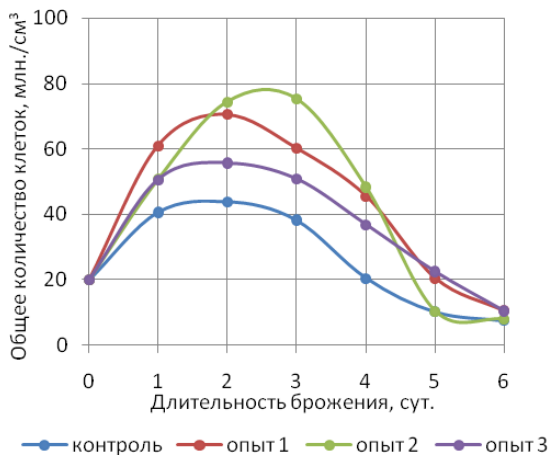


Рис. 2. Изменение общего количества клеток в процессе брожения

Изменение общей концентрации клеток и мертвых коррелировало с процессом почкования (табл. 7). Максимальный уровень почкующихся клеток в опытных образцах составлял 78–85 %, и почкование в этих вариантах шло дольше, в течение 3–4 суток, в то время как в контроле уже после двух суток брожения количество их снизилось.

Характер изменения количества клеток с гликогеном свидетельствует об интенсивном накоплении запасного углевода в течение первых трех суток

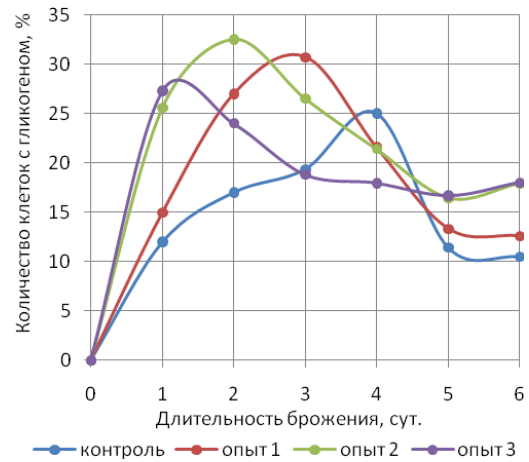


Рис. 3. Изменение количества клеток с гликогеном в динамике брожения

в опытных образцах (рис. 3). Максимальное число клеток, упитанных по гликогену, в этих вариантах было на 12–37 % больше, чем в контрольном. К концу брожения количество запасного углевода в клетках дрожжей снижается, но в опытных образцах в меньшей степени в сравнении с контролем. В дальнейшем при повторном использовании таких семенных дрожжей это может положительно сказаться на процессе брожения за счет сокращения длительности лаг-фазы.

Таблица 7

Динамика изменения концентрации клеток, почкующихся и мертвых при брожении

Вариант	Количество почкующихся клеток, %					Вариант	Количество мертвых клеток, %				
	Длительность брожения, сут						Длительность брожения, сут				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Контроль	21,4	67,3	36,8	15,4	9,7	Контроль	22,3	10,0	14,0	17,6	24,7
Опыт 1	23,3	76,3	66,7	38,1	13,4	Опыт 1	11,0	6,0	4,1	9,3	16,7
Опыт 2	32,6	85,5	75,6	47,3	14,2	Опыт 2	9,7	3,4	2,2	6,2	15,8
Опыт 3	45,2	78,0	62,5	36,2	13,4	Опыт 3	4,5	5,7	4,2	8,4	18,3

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы. Внесение препарата пантов (в отдельности или совместно с КДП) как на стадии подготовки дрожжей к сбраживанию, так и непосредственно в сусло перед введением дрожжевой суспензии обеспечивает хорошую жизнеспособность, высокую биохимическую и физиологическую активность культуры, что положительно сказывается на процессе брожения. Эффективность

воздействия подкормок усиливается при использовании их в условиях аэрации на стадии подготовки сухих дрожжей к сбраживанию сусла. В условиях производства при наличии ослабленных дрожжей можно использовать аэрообработку дрожжевой культуры в присутствии подкормок, что позволит в дальнейшем исключить аэрацию сусла. Рекомендуемые дозы (% к объему среды) препарата пантов $(0,10-0,75) \cdot 10^{-3}$, КДП – 0,05–0,075.

Список литературы

1. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2003. – 304 с.
2. Иванкина, Н.Ф. Исследование химического состава, биологической активности пантов пятнистого и северного оленя, вторичного сырья пантового оленеводства в технологии получения кормовых добавок / Н.Ф. Иванкина. – Благовещенск, 2003. – 110 с.
3. Пат. 2431657 Российская Федерация. С1. МПК С12С 11/00. Способ производства пива / Пермякова Л.В., Помозова В.А., Хорунжина С.И., Русских Р.В.; заявитель и патентообладатель КемТИПП. – № 2010125190/10; заявл. 18.06.2010; опубл. 20.10.2011, Бюл. № 29.
4. Польшалина, Г.В. Определение активности ферментов: справочник / Г.В. Польшалина, В.С. Чердниченко, Л.В. Римарева. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 375 с.
5. Качмазов, Г.С. Дрожжи бродильных производств: практическое руководство / Г.С. Качмазов. – СПб.: Лань, 2012. – 224 с.
6. Жвирблянская, А.Ю. Дрожжи в пивоварении / А.Ю. Жвирблянская, В.С. Исаева. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 246 с.
7. Хорунжина, С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива / С.И. Хорунжина. – М.: Колос, 1999. – 312 с.
8. Шелепов, В.Г. Биологически активные вещества пантов северных оленей / В.Г. Шелепов, Л.П. Мальцева, Г.И. Тюпкина // Биологические основы использования лекарственного сырья из продукции оленеводства. – Новосибирск, 1990. – С. 13–17.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

L.V. Permyakova, V.A. Pomozova, A.A. Pavlov, S.I. Khorounjina

APPLICATION OF NEW TYPES OF FOOD SUPPLEMENTS FOR YEAST IN BEER PRODUCTION

The research is devoted to the ways of activation of vital activity of brewers' yeast using different types of supplements e.g. antler preparations and an integrated yeast supplement. The positive effect of these preparations on the activity of some enzymes of the yeast cells responsible for the preparation and actually for the process of alcoholic fermentation is shown. The use of activated yeast for fermentation of beer wort contributes to the process intensification and improves the beer quality.

Brewers' yeast, food supplements, fermentation, beer.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

