(после взятия 2-го интеграла по частям с учетом начальных условий для x и того, что $\dot{\hat{x}} = -ak\hat{x}$)

$$= 2 \frac{ra(1+k)}{b^2} \left\{ \int_0^\infty ak\hat{x}xdt - \left| \begin{matrix} u = \hat{x} & dv = \dot{x}dt \\ du = \dot{\hat{x}}dt & v = x \end{matrix} \right| = \left[\hat{x}x \right]_0^\infty - \int_0^\infty \dot{\hat{x}}xdt \right\} =$$

$$= 2 \frac{ra(1+k)}{b^2} \left\{ \int_0^\infty ak\hat{x}xdt - \int_0^\infty ak\hat{x}xdt \right\} = 0.$$

Таким образом показано, что $J\{\tilde{x}, \tilde{u}\} - J\{\hat{x}, \hat{u}\} > 0, J\{\tilde{x}, \tilde{u}\} > J\{\hat{x}, \hat{u}\}$.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Липецкой области в рамках научного проекта 19-48-480009-р_а.

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Текст] / А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1986. – 616 с.
2. Алексеев, В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Текст] / В.М. Алексеев, Э.М. Галеев, В.М. Тихомиров. – М.: Наука, 1984. – 288 с.
3. Погодаев, А.К. Оптимизация. Псевдообращение. Итерации и рекурсии [Текст] / А.К. Погодаев, С.Л. Блюмин, С.П. Миловидов, А.С. Сысоев. – Липецк: ЛГТУ, 2015. – 195 с.

Борисенко О.А.

Влияние холодного охмеления на дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*

ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М.Горбатова»

РАН

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-39

Аннотация

В представленной работе исследуется влияние холодного охмеления на физиологическое состояние дрожжей. В процессе исследований проводились модельные опыты по холодному охмелению при температуре 5°C и 20°C с применением хмеля Магнум и Тетнангер и двух рас пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: Rh – низового брожения и Nottingham (Nt) – верхового брожения. Показано, что условия холодного охмеления одинаково воздействуют на дрожжи низового и верхового брожения с точки зрения влияния на физиологическое состояние и критическое влияние на процесс оказывает температура. Выявлено положительное влияние пониженных температур на жизнедеятельность дрожжей и их физиологическое состояние.

Ключевые слова: пиво, дрожжевая клетка, холодное охмеление, температура, гликоген.

Abstract

In the presented work, the influence of dry hopping on the yeast physiological state is investigated. During the research, model experiments on dry hopping at a temperature of 5°C and 20°C were carried out using Magnum and Tetnanger hops and two brewer's yeast strains *Saccharomyces cerevisiae*: Rh – lager fermentation and Nottingham (Nt) – ale fermentation. It is shown that the dry hopping conditions have the same effect on lager and ale fermentation yeast from the point of view of the physiological state effect, and temperature has a critical effect on the process. The positive effect of low temperatures on the yeast vital activity and their physiological state was revealed.

Keywords: beer, yeast cell, dry hopping, temperature, glycogen.

Производство пива – это сложный многостадийный технологический процесс. Одним из важнейших этапов в процессе получения пива является главное брожение, которое плавно перетекает в дображивание и созревание пива, процесс дображивания один самых продолжительных этапов в технологической цепочке. В перекаченном на дображивание молодом пиве содержится еще значительное количество дрожжевых клеток, содержащихся в объеме пива. Для фазы дображивания необходимы активные, живые дрожжевые клетки [1]. В процессе дображивания дрожжи сбраживают оставшиеся сахара, насыщают пиво диоксидом углерода, гармонизируют вкусовые качества молодого пива и медленно оседают, выделяя аминокислоты, пептиды, витамины, фосфаты, нуклеиновые производные и ферменты.

Для более полного понимания процессов, связанных с работой дрожжевой клетки в период дображивания и созревания пива, необходимо рассмотреть в общих чертах строение клетки. Известно, что дрожжи относятся к простейшим одноклеточным организмам и имеют в своем составе сложнейшие микроскопические (видимые в обычном микроскопе) и субмикроскопических (видимые только в электронном микроскопе) структуры. Эти структуры можно подразделить на постоянно присутствующие и периодически обнаруживаемые в клетке. К первым относятся различные органеллы – клеточные структуры, выполняющие определенные функции. Это ядро с ядрышком, митохондрии, рибосомы, клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана, эндоплазматический ретикулум (сеть), аппарат Гольджи, лизосомы, хитосомы, гликосомы и целый ряд других мембранных структур мембраны (фосфолипиды и транспортные протеины). Непостоянные структуры – включения – в отличие от органелл то возникают, то исчезают в процессе жизнедеятельности клеток. Будучи продуктами метаболизма клетки, включения отражают различные стороны и этапы ее физиологической активности. Этими непостоянными структурами являются внутриклеточные запасные соединения: жиры, гликоген и полифосфаты. Включения могут быть представлены в виде более или менее плотных частиц – гранул, кристаллов или капель [2,3].

Клетки дрожжей снаружи ограничены клеточной стенкой, которая представляет собой многослойное образование, состоящее в основном из сложных углеводов, полисахаридов в комплексе с липоидами и азотистыми соединениями. Большое значение предается маннанопротеиновому комплексу, который располагается в самом наружном слое клеточной стенки. Маннапротеиновый комплекс обеспечивает не только структуру стенки, но и служит местом расположения и активной деятельности ферментов. Особенности клеточной стенки дрожжей сказываются на характере почкования, флокуляции и пенообразования. Так же свойства оболочки клетки определяют и степень удаления из бродящего сусла таких соединений, как протеины, высшие спирты (полифенолы) и хмелевые смолы. Ферменты, представленные в маннанопротеиновом комплексе клеточной стенки, принимают участие в гидролизе компонентов сусла [4].

Внутренне содержимое клетки – цитоплазма – представляет собой вязкую жидкость, причем вязкость цитоплазмы непостоянна и колеблется в зависимости от условий внешней среды и возраста клетки. Цитоплазма молодых клеток более или менее гомогенна, с возрастом в ней появляются различные включения. В голодающих дрожжах содержимое клеток становится зернистым, сами клетки съеживаются и уменьшаются в объеме, но цитоплазма еще прилегает к стенкам клетки.

Голодные, или старые много раз делившиеся дрожжи содержат четко обозначенные вакуоли. Вакуоли – видимые в обычном микроскопе органеллы, которые возникают из эндоплазматического ретикула или из аппарата Гольджи. Результатом их возникновения, является снижение метаболической активности [2]. Мертвые клетки

сморщиваются, цитоплазма отделяется от оболочки и собирается в большие капли, затем количество цитоплазмы уменьшается, может нарушиться целостность клеточной стенки, происходит автолиз дрожжей.

Автолиз – процесс расщепления отдельных компонентов клетки под действием собственных ферментов. Автолиз происходит особенно интенсивно, когда клетка погибает, а внутриклеточные ферменты сохраняются. Продукты распада выделяются во внешнюю среду изменяя вкус, пеностойкость и коллоидную стойкость пива, тем самым снижая качество пива.

В период дображивания дрожжевая клетка находится в менее благоприятных условиях, чем в процессе главного брожения, так как в среде уменьшается количество питательных веществ, увеличивается количество этанола и углекислого газа, все эти факторы влияют на состояние дрожжевой клетки.

В классической технологии производства пива сусло, перед отправкой на брожение, кипятят с хмелем. Помимо классического способа охмеления применяется также способ холодного (сухого) охмеления, то есть внесение и выдержка хмеля на стадии дображивания.

До сих пор холодное охмеление практически не рассматривалось с научной точки зрения. Имеются лишь незначительные исторические справки. В английских письменных источниках XIX в. имеются многочисленные указания на технологию сухого охмеления: на первом плане стояла задача путем охмеления не только придать интенсивный хмелевой аромат, но и повысить микробиологическую стабильность пива [5].

Цель представленной работы - изучение изменений физиологических свойств дрожжей в процессе холодного охмеления.

Объектом микробиологических исследований были выбраны две расы пивоваренных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*: Rh – низового брожения и Nottingham (Nt) – верхового брожения, обе расы широко применяются на пивоваренных предприятиях. В процессе исследований проведены модельные опыты холодного охмеления с использованием хмеля сортов Магнум (Mg) и Тетнангер (Tt), температура охмеления составляла 5°C и 20°C, длительность выдержки - 7 и 14 суток, дрожжи задавали из расчета 3,0 млн. дрожжевых клеток в см³ (КК). Все исследования проводили общепринятыми в микробиологии методами [6].

Биомассу дрожжей наращивали воздушно приточным методом. Изучали физиологическое состояние разводки дрожжей перед постановкой модельного опыта. Определяли количество мертвых клеток (КМ), клеток с гликогеном (КГ), почкующихся клеток (КП). Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика разводки дрожжей

Раса дрожжей	Характеристика значений		
	КМ %	КГ %	КП %
Rh	1,0	76,0	67,0
Nottingham	1,0	77,0	65,0

Представленные в таблице 1 данные показывают, что дрожжи находятся в хорошем физиологическом состоянии. Исследование с помощью прямого микроскопирования показало, что клетки в разводке обеих изучаемых рас дрожжей, имеют ровную клеточную стенку и гомогенную цитоплазму с органеллами.

Влияние холодного охмеления на физиологическое состояние дрожжей, оценивали по тем же параметрам, что и для задаваемой дрожжевой разводки, с добавлением показателя наличия клеток с поврежденной клеточной стенкой (КА). Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Влияния холодного охмеления на физиологическое состояние дрожжей

Раса дрожжей	Сорт хмеля	Температура, °С	Характеристика значений при продолжительности холодного охмеления					
			7 суток			14 суток		
			КМ%	КА%	КК%	КМ%	КА%	КК%
Rh	Mg	20,0	27,0	1,0	3,9	53,0	2,0	3,9
		5,0	20,0	0	4,9	37,0	1,0	5,0
Nt		20,0	36,0	1,0	4,2	56,0	3,0	4,2
		5,0	26,0	0	4,8	39,0	2,0	4,9
Rh	Tt	20,0	32,0	0	3,5	44,0	2,0	3,6
		5,0	23,0	0	4,7	35,0	1,0	4,7
Nt		20,0	35,0	1,0	3,8	51,0	2,0	3,9
		5,0	26,0	0	4,9	41,0	2,0	5,0

Из полученных данных таблицы 2 можно заключить, что изменения морфологического состояния дрожжей в процессе холодного охмеления практически одинаковы для дрожжей низового (раса Rh) и верхового (раса Nottingham) брожения.

Судя по представленным данным таблицы 2, нет существенного различия влияния на состояние дрожжевой клетки сорта хмеля. Влияние на морфологическое состояние дрожжевой клетки оказывает температура при которой происходит холодное охмеление и длительность выдержки.

Количество мертвых дрожжевых клеток в процессе холодного охмеления при температуре 20°С больше на 35 - 45% во всех исследуемых образцах, чем при 5°С. Увеличение длительности выдержки приводит к нарастанию содержания мертвых клеток во всех опытных образцах. Также температура холодного охмеления влияет на прирост биомассы дрожжей несмотря на то, что модельная среда практически не содержит питательных веществ во всех опытных образцах за период охмеления 7 суток, наблюдался незначительный прирост дрожжевых клеток в среде. В процессе выдержки с хмелем последующие 7 суток прироста биомассы дрожжей не дали.

Прямое микроскопирование опытных образцов исследуемых культур показало одинаковую картину для дрожжей расы Rh и Nottingham. В культурах, выдержанных 7 суток в модельной среде, почкующиеся клетки отсутствуют, содержимое клеток стало зернистым, появились вакуоли, произошло утолщение клеточной оболочки, причем эти признаки более явно выражены в клетках выдержанных при 20°С.

После 14 суток выдержки в клетках увеличилась зернистость цитоплазмы, клеточная стенка утолщена, появилась периплазматическое пространство, клетки уменьшились в объеме. Во всех вариантах опыта присутствуют деформированные клетки со складчатой поверхностью, однако клеточная стенка остается целой и содержание клеток с поврежденной стенкой невелико.

Проведенные исследования показали, что в процессе холодного охмеления образуется незначительное содержание клеток с поврежденной клеточной стенкой, что свидетельствует о медленном старении и отмирании дрожжевых клеток. Причем при повышенной температуре (20°С) для дрожжей как низового брожения (Rh), так и верхового брожения (Nottingham) старение и отмирание клеток более интенсивное, присутствует большее количество мертвых клеток и изменение структуры внутриклеточного содержимого более ярко выражено.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что холодное охмеление с точки зрения его влияния на физиологическое состояние дрожжевой клетки, одинаково

по своему воздействию на дрожжи низового и верхового брожения. Изучая характер влияние температуры при которой происходит процесс холодного охмеления, можно рекомендовать проводить его при пониженных температурах.

1. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит пер. с нем. - СПб.: Профессия, 2001. - 912 с.
2. Меледина Т.В., Давыденко С.Г. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Морфология, химический состав, метаболизм / Меледина Т.В., Давыденко С.Г. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 88 с.
3. Берри Д. Биология дрожжей /Д. Берри пер. с англ. – М.: Мир, 1985.- 95с.
4. Жукова А.И. Технологические требования к микроорганизмам, применяемым в пивоваренном производстве / А.И. Жукова – М.: Пищевая промышленность, 1975. - 23 с.
5. Шенбергер К. Хорошо проведенное сухое охмеление – половина успеха / К. Шенбергер // Brauwelt. – 2014. – №3. – С. 277-280.
6. Жвирблянская А.Ю. Микробиологический контроль производства пива и безалкогольных напитков / А.Ю. Жвирблянская, – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 160 с.

Вакуленко О.Б., Москоленко Е.В.

Актуальные направления научно-методического сопровождения этнокультурного образования в Амурской области

*ГАУ ДПО «Амурский областной институт развития образования»
(Россия, Благовещенск)*

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-40

Аннотация

Одним из шагов по повышению доступа коренных малочисленных народов Севера к образовательным услугам является модернизация системы образования в Амурской области. Образовательная деятельность ведётся на основании преемственности в возрождении национальной культуры, оснащаются современным оборудованием образовательные организации, издаются учебно-методические материалы обеспечивающие реализацию прав граждан на получение образования на родном языке.

Ключевые слова: коренные малочисленные народы Севера и Дальнего Востока, эвенкийский этнос, образовательные услуги.

Abstract

One of the steps to improve the access of the indigenous minorities of the North to educational services is the modernization of the educational system in the Amur region. The educational activity is conducted on the basis of continuity in revival of national culture, educational organizations are equipped with modern facilities, educational and methodical materials providing realization of the rights of citizens to education in the native language are published.

Keywords: indigenous peoples of the North and the Far East, Evenki ethnic group, educational services.

Задача сохранения и поддержки традиционного образа жизни малочисленных народов Севера является одной из приоритетных при реализации стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока до 2025 г.

Этот факт определяет специфику социокультурной и языковой среды, в которой взаимодействуют носители русского языка, представители коренных малочисленных народов Севера, проживающих на территории Амурской области. Неоднородность языковой и социокультурной среды региона обуславливает необходимость проведения эффективной языковой политики в целях интеграции сил общества для сохранения и развития национальных культур и языков на нашей территории региона.