

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ГЛАВНОГО БРОЖЕНИЯ ПИВНОГО СУСЛА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВАТОРА РОСТА — CHLORELLA PYRENOIDOSA

*Е.М. Моргунова, Е.В. Родин, Ю.С. Назарова*

Исследована возможность использования сухой измельченной водоросли хлореллы как источника биологически активных веществ для активации пивоваренных дрожжей. Изучено влияние водоросли хлореллы на физиологические характеристики дрожжей.

### Введение

В последние годы в мире прослеживается тенденция неуклонного увеличения потребления пива, которое неизменно пользуется огромной популярностью среди различных слоев населения, прежде всего благодаря своему приятному вкусу, освежающему эффекту, тонизирующему воздействию, относительной дешевизне и доступности [1].

Несмотря на то, что пивоваренная промышленность имеет богатые традиции, многие пивовары используют технологии, практически не изменившиеся за последнее столетие. В то же время крупные пивоваренные компании пристально следят за технологическими новинками. И в настоящее время значительную нишу пищевой промышленности занимает производство оригинальных сортов пива, разработка новых ресурсосберегающих технологий, позволяющих повысить эффективность производства, увеличить выход и качество продукции.

Наиболее длительными стадиями приготовления пива являются главное брожение и дображивание напитка. Интенсивность процессов на этих стадиях не только определяет продолжительность приготовления пива в целом, но и существенно влияет на его качество, в том числе на органолептические и физико-химические показатели.

Одним из основных факторов, влияющих на оптимальный ход технологического процесса и качественные характеристики готового продукта, является исходное физиологическое состояние дрожжей: активность и их способность адаптироваться к условиям жизнедеятельности в процессе брожения. От этих факторов в основном и зависит бродильная активность, углеводный и азотистый обмен, формирование ферментов.

Таким образом, пиво – продукт биохимической деятельности дрожжей, метаболическая активность которых тесно связана с их физиологическим состоянием. Понимание процессов метаболизма и роста дрожжей дает возможность своевременно влиять на ход технологического процесса и обеспечивать высокое качество пива [2]. Следовательно, исследования, связанные с изучением закономерности роста, развития и размножения дрожжей, позволяют управлять их жизнедеятельностью, а следовательно, и активизировать эти процессы.

Используя дрожжи, которые способны повысить скорость переработки солодового сусла, можно при прочих равных условиях увеличить оборачиваемость бродильных аппаратов, т.е. повысить эффективность производства без ввода в действие нового оборудования и привлечения дополнительной рабочей силы [3].

Однако иногда случается, что процесс брожения в некоторых случаях замедляется или даже останавливается, несмотря на соблюдение всех условий, необходимых для его рационального протекания. К ослаблению свойств дрожжей могут привести так называемые «стрессовые» факторы, негативно влияющие на физиологическое состояние дрожжевых клеток, такие, как осмотический этанольный, окислительный, температурный и другие стрессы и, вследствие этого снижение бродильной активности [4].

Потеря активности ферментов происходит в результате недостатка в питательной среде ростовых веществ – аминокислот, витаминов и минеральных веществ. В связи с вышеизложенным актуальным в пивоварении является разработка и применение различных биодобавок, позволяющих улучшить физиологическое состояние дрожжей, их бродильные свойства,

и, соответственно, интенсифицировать процесс брожения [4].

Перспективным направлением в процессе активации пивоваренных дрожжей является применение морских водорослей. Морские водоросли имеют уникальный биохимический состав, способный полностью покрыть потребности человеческого организма в экзогенных биологически активных веществах. Это микроэлементы, аминокислоты, полисахариды, ненасыщенные жирные кислоты, хлорофилл, каратиноиды, водорастворимые витамины, а также йод, значительное количество которого находится в водорослях в виде органических соединений.

Химический состав морских водорослей уже изначально по своей природе является максимально сбалансированным сочетанием органических и минеральных веществ в наиболее доступной для человеческого организма форме [5].

Пищевая ценность водорослей, как и любого растительного сырья, определяется содержанием белковых веществ, жиров и углеводов. Белки бурых водорослей (ламинария, фукус) характеризуются широким набором аминокислот. Из незаменимых аминокислот бурые водоросли содержат большое количество метионина, треонина и лизина, из заменимых – глутаминовую и аспарагиновую кислоты [5]. Зеленые водоросли (хлорелла, ульва) также привлекли к себе внимание благодаря высокому содержанию белка – 50 % – 60 % от сухой биомассы. В белке хлореллы имеются все незаменимые аминокислоты, его признают равноценным белку сухого молока [6].

Содержание углеводов в бурых водорослях достигает 73 % – 74 %, в сухой биомассе зеленых водорослей в среднем содержится 10 % – 20 % углеводов, значительную часть их составляет крахмал. Липиды зеленых водорослей составляют 20 % – 30 % и отличаются значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот. Бурые водоросли содержат 2 % жиров [6].

В макро- и микроэлементный состав водорослей входят кальций, фосфор, магний, калий, медь, железо, сера, цинк, кобальт, марганец, цирконий, рубидий и другие микроэлементы. Клетки водорослей богаты йодом [7], а йод, содержащийся в растительных пищевых продуктах, лучше усваивается щитовидной железой, чем вводимый в виде йодистого калия. Вероятно, эти различия обусловлены поступлением в организм человека йода в комплексе с рядом других соединений, необходимых для биосинтеза гормонов щитовидной железы – аминокислот, микроэлементов [8].

При массовом культивировании из микроскопических водорослей в первую очередь стали применять одноклеточные протококковые водоросли (отдел Chlorophyta), в частности, хлореллу [6].

По содержанию витаминов хлорелла превосходит все растительные корма и культуры сельскохозяйственного производства. В 1 г массы сухого вещества водоросли содержится (в микрограммах): каротина (провитамина А) 1000–1600; витамина В1 – 2–18; В2 – 21–28; В6 – 9; С – 1300–1500; К – 6; РР – 110–180; Е – 10–350; пантотеновой кислоты – 12–17; фолиевой кислоты – 485; биотина – 0,1; лейковорина – 22 [6].

Хлореллу широко применяют во всех развитых странах для обогащения продуктов питания биологически ценными питательными веществами. Она является хорошим противоядием против болезней, вызванных загрязнением окружающей среды, употреблением рафинированных продуктов, нехваткой нутриентов в рационе.

Целью данных исследований было изучение влияния водоросли хлореллы на морфологические и физиологические характеристики пивоваренных дрожжей наиболее широко используемых рас: 8aM; 96; 11; 463; 129 и 34.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Из имеющихся литературных данных известно [9], что хлорелла – особенная добавка, содержащая полный набор аминокислот, витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ. В связи с этим хлорелла может быть использована в качестве биологиче-

ски активной добавки для питания дрожжей. Данные по химическому составу водоросли хлореллы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав хлореллы

Влажность, %	Сухие вещества, %	Минеральные вещества, %	Содержание йода, мкг/г	Органические вещества, %		
				азотсодержащие вещества	жиры	углеводы
3,4	96,6	9,0	26,9	60,4	4,7	1,2

Для культивирования дрожжей использовали жидкую питательную среду (неохмеленное пивное сусло), приготовленную в лабораторных условиях. Исследования проводили согласно общепринятым и специальным физико-химическим, микробиологическим методам [10]. Измельченный порошок из водоросли хлорелла в количестве 5 мг % к массе дрожжевой разводки вводили в дрожжевую разводку на последней стадии разведения чистой культуры. Фаза развития дрожжей продолжалась в течение 24 часов при температуре 27 °С – 30 °С. Контролем служила дрожжевая разводка чистой культуры, полученная без добавления порошка водоросли. Полученные данные об изменении физиологической активности дрожжей представлены на рисунках 1 и 2.

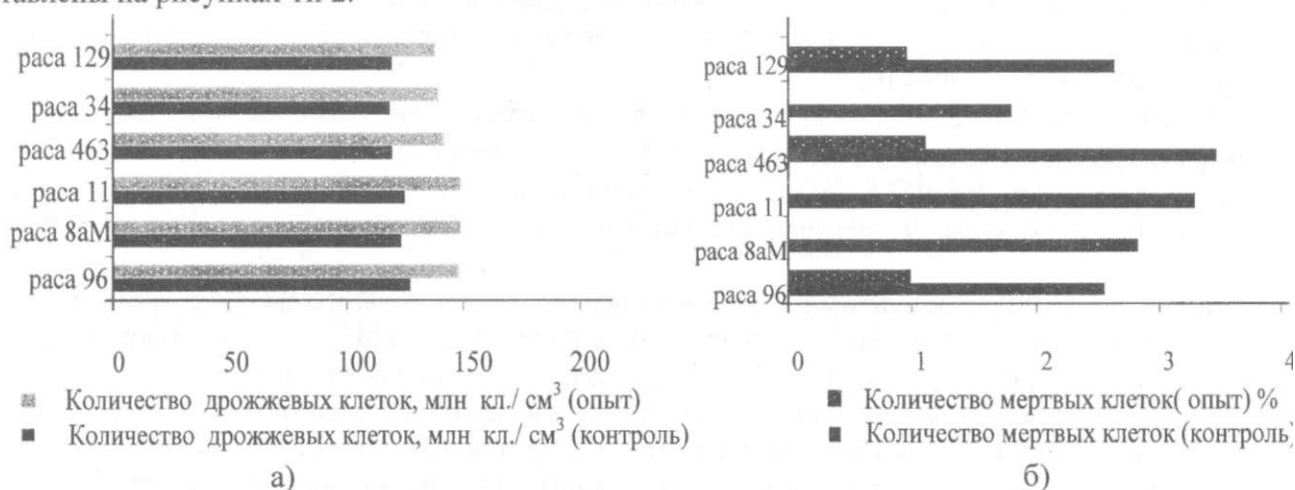


Рисунок 1 – Влияние водоросли хлорелла на: а) количество дрожжевых клеток, б) количество мертвых клеток

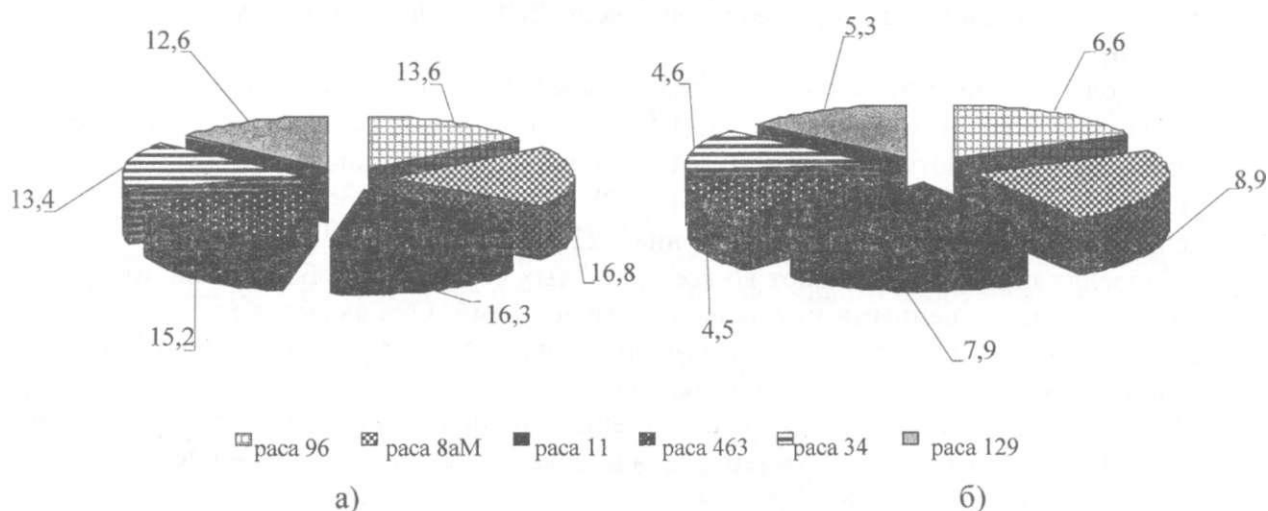


Рисунок 2 – Влияние водоросли хлорелла на: а) прирост почкующихся клеток, % б) прирост клеток упитанных по гликогену, %

Как видно из данных, представленных на рисунках 1 и 2, опытные образцы превышали контрольные показатели по приросту биомассы и количеству клеток, упитанных по гликоге-

ну. Варианты, в которых был использован измельченный порошок водоросли хлореллы, превышали контроль по количеству почкующихся клеток и клеток с гликогеном соответственно на 13,6 % – 16,8 % и 6,6 % – 8,9 %. Мертвые клетки отсутствовали в образцах с водорослью хлореллы для рас 11, 8aM и 34. Количество мертвых клеток снизилось на 62 % – 67 % для рас 96, 463 и 129. Опытные дрожжевые клетки были крупнее контрольных во всех шести расах, имели однородную структуру и отличались большей выравненностью по форме и размеру.

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование хлореллы как активатора оказывает благоприятное воздействие на пивоваренные дрожжи, улучшает их микробиологические показатели, что существенно влияет на процесс главного брожения, позволяя прогнозировать более высокую бродительную активность, лучшую стабильность их свойств и получить молодое пиво с более высокой степенью сбраживания [11,12].

### Заключение

Изучена возможность использования натурального растительного сырья, а именно морских водорослей, как источника биологически активных веществ для активации дрожжей в процессе интенсификации главного брожения. Установлено, что использование хлореллы как активатора роста позволяет получать пивоваренные дрожжи с повышенной физиологической активностью, данное направление по интенсификации процесса главного брожения пивного суслу является перспективным и актуальным направлением для пивоваренной промышленности Беларуси.

### Литература

- 1 Федоренко, Б. Н. Техническое развитие пивоваренных производств / Б.Н. Федоренко // Пиво и напитки. – 2002. – № 1. – С. 4–7.
- 2 Абалихин, А.А. Некоторые аспекты дрожжевого менеджмента / А.А. Абалихин, Е.Г. Иванова // Пиво и напитки. – 2004. – № 4. – С. 20–23.
- 3 Пермякова, Л.В. Влияние условий аэрации дрожжей на их бродительную активность / Л.В. Пермякова, Г.М. Лисюк // Ферментная и спиртовая промышленность. – 1987. – № 2. – С. 27–29.
- 4 Бидихова М.Э. Повышение жизнеспособности пивоваренных дрожжей с использованием спирулины платенсис // М.Э. Бидихова, [и др.] // Пиво и напитки. – 2002. – № 6. – С.10–12.
- 5 Корзун, В.Н. использование морских водорослей в питании человека /В.Н. Корзун, И.Ю. Антонок, Т.В. Бровенко // Перспективы производства продуктов питания нового поколения: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 6–7 окт. 2005 г./ РУП «Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт пищевых производств»; Минск, 2005. – С. 42–43.
- 6 Жизнь растений: в 6 т./ редкол.: А. Федоров (гл.ред.) [и др.]. – Москва: Массовое культивирование микроскопических водорослей. 1977. – Т.3 :Водоросли. Лишайники./ М.М. Голубрах. – 1977. – 487с.
- 7 Хлорелла – настоящее чудо света. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: [www.herbaltetra.com](http://www.herbaltetra.com). – Дата доступа: 21.11.2012.
- 8 Аминина, Н.М. Состав йодсодержащих экстрактов из ламинарии японской / Н.М. Аминина, [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 1 – С. 24–27.
- 9 Шевцов А.А. Применение суспензии хлореллы в составе комбикормов / А.А. Шевцов, Е.С. Шенцова, А.В. Дранников, А.В. Пономарев, В.Г. Козлов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 6 – С.68–69.
- 10 Слюсаренко, Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств / Т.П. Слюсаренко. – 3-е изд. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 208 с.
- 11 Назарова, Ю.С. Исследование влияния морских водорослей на физиологические характеристики различных рас дрожжей / Ю.С. Назарова, Е.М. Моргунова, В.В. Автушенко // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2012. Ч.1, – С. 44.
- 12 Моргунова, Е.М. Зеленая водоросль хлорелла как источник интенсификации процесса брожения при получении пива / Е.М. Моргунова, Ю.С. Назарова // Хранение, наука, техника и технологии 2011: материалы научной конференции с международным участием, Пловдив, 14–15 окт. 2011г. / Ун-т пищевых технологий; редкол.: К. Василев [и др.]. – Пловдив, 2011 – С.319–324.

*Поступила в редакцию 19.02.2013*