

ЛИТЕРАТУРА

1. *Колпакчи, А. П.* Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А. П. Колпакчи, Н. В. Голикова, О. П. Андреева. — М.: Агропромиздат, 1986. — 160 с.
2. *Федоренко, Б. Н.* Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли / Б.Н. Федоренко. — СПб.: Профессия, 2009. — 1000 с.
3. *Кунце, В.* Технология солода и пива: пер. с нем. / В Кунце. — СПб.: Профессия, 2009. — 1064 с.
Рукопись статьи поступила в редакцию 07.08.2017

E. M. Morgunova, V. V. Solovyov

DIRECTED HYDROLYSIS OF BIOPOLYMERS OF THE YEAST CELL FOR THE PURPOSE OF RATIONAL UTILIZATION OF EXCESS BEER YEAST

This article presents the results of research on the study and selection of enzyme preparations that ensure the maximum destruction of yeast cell biopolymers.

Keywords: excess brewer's yeast, yeast cell, enzymes, hydrolysis of biopolymers, destruction, utilization of brewer's yeast.

644.44

В статье изучена возможность применения в пивоваренном производстве компонента растительного происхождения — водоросли хлореллы как источника биологически активных веществ, необходимого для повышения физиологической активности дрожжей. Исследовано влияния кратности введения водоросли хлореллы на процесс главного брожения при применении различных генераций дрожжей.

Ключевые слова: пивоварение, водоросль хлорелла, пивоваренные дрожжи, главное брожение, генерация, накопление этилового спирта.

ВОДОРОСЛЬ ХЛОРЕЛЛА КАК ИСТОЧНИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПИВОВАРЕННЫХ ДРОЖЖЕЙ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Е. М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания,

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Республика Беларусь

Ю. С. Назарова, кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел», г. Могилев, Республика Беларусь

Н. А. Шелегова, кандидат технических наук, доцент

Поведение дрожжей при производстве пива во многом зависит от параметров ведения технологического процесса, однако, при этом не маловажную роль играет и физиологическое состояние дрожжевой биомассы, которое способно изменяться от генерации к генерации [1].

На пивоваренных предприятиях обычной практикой является разводить новую партию дрожжей через каждые 6-7 циклов брожения. Количество используемых поколений каждое производство устанавливает самостоятельно, аргументируя это различными факторами. Однако существует мнение о необходимости более частой замены используемых дрожжей, поскольку после нескольких поколений их активность сильно ослабевает [2].

Ранее проведенными исследованиями было установлено [3], что использование водоросли хлореллы в качестве активатора пивоваренных дрожжей в процессе разведения чистой культуры дрожжей стимулирует метаболизм дрожжевой клетки и способствует повышению её физиологической активности.

Учитывая этот факт, представляло интерес изучение возможной длительности использования пивоваренных дрожжей, активированных водорослью хлореллой, а также их способность сохранять свои физиологические характеристики стабильными в течение последующих поколений.

Для проведения данных исследований использовали пивное охмеленное сусло с концентрацией сухих веществ 11 %, в качестве сбраживающего материала применяли пивоваренные дрожжи рода *Saccharomycetes* расы 34 различных поколений. Определенное количество водоросли хлореллы (15 мг/100 г) вводили в чистую культуру дрожжей двумя способами:

- ♦ однократно, непосредственно в чистую культуру дрожжей, а все последующие поколения использовали без введения водоросли хлореллы;
- ♦ многократно, вводили водоросль хлореллу на каждой генерации.

Затем вели процесс главного брожения с использованием активированной дрожжевой культуры, а в последующем — с различными её поколениями, которые вводили в сусло из расчета 20 млн кл./см³. Температура брожения составляла 6–9 °С.

Для решения поставленной задачи использовали физико-химические методы, применяемые в пивоварении. Опыты проводили в 5-6 повторностях. Обсуждались только воспроизводимые в повторном опыте результаты.

В процессе главного брожения контролировали динамику накопления этилового спирта (рис. 1), при этом было установлено, что независимо от номера используемой генерации при многократном внесении водоросли хлореллы в дрожжевую разводку накопление этилового спирта проходило более интенсивно. При использовании первой генерации в опытном образце содержание этилового спирта на 19,8 % превышало контроль. При применении последующих поколений (со 2-ой по 6-ю включительно) накопление этилового спирта происходило более активно при многократном внесении водоросли хлореллы и превышало контроль на 17,6; 15,4; 13,1; 11,2; 9,7 % соответственно, в то время как при однократном внесении водоросли этот показатель превышал контроль на 15,3 — 4,3 % соответственно.

Вероятно такое интенсивное накопление этилового спирта при многократном внесении водоросли хлореллы связано с тем, что водоросль оказывает стимулирующее действие на дрожжевую биомассу, позволяя на каждой генерации получать высокоактивный посевной материал. Это в последующем обеспечивает более быстрое сбраживание пивного сусла, и как следствие, более активное накопление этилового спирта.

Водоросль хлорелла обеспечивает сбраживаемую среду свободными аминокислотами, которые при прямой ассимиляции поглощаются дрожжами с углеродным остатком, тем самым снижая затраты углеводов на их питание, и, следовательно, обеспечивая некоторое увеличение количества спирта в процессе сбраживания сусла.

Полученные данные о накоплении этилового спирта во время сбраживания пивного сусла коррелируются с данными о содержании редуцирующих сахаров в сбраживаемой среде. Наиболее полное поглощение редуцирующих сахаров наблюдали при многократном внесении водоросли хлореллы (рис. 2). При использовании первой генерации содержание редуцирующих сахаров в опытном образце снизилось на 17,3 % по отношению к контролю. При использовании последующих поколений (со 2-ой по 6-ю включительно) снижение данного показателя по отношению к контролю происходило на 16,2; 15,8; 14,7; 12,5; 10,5 % соответственно. В то время как при однократном внесении на 14,1 — 4,5 % соответственно.

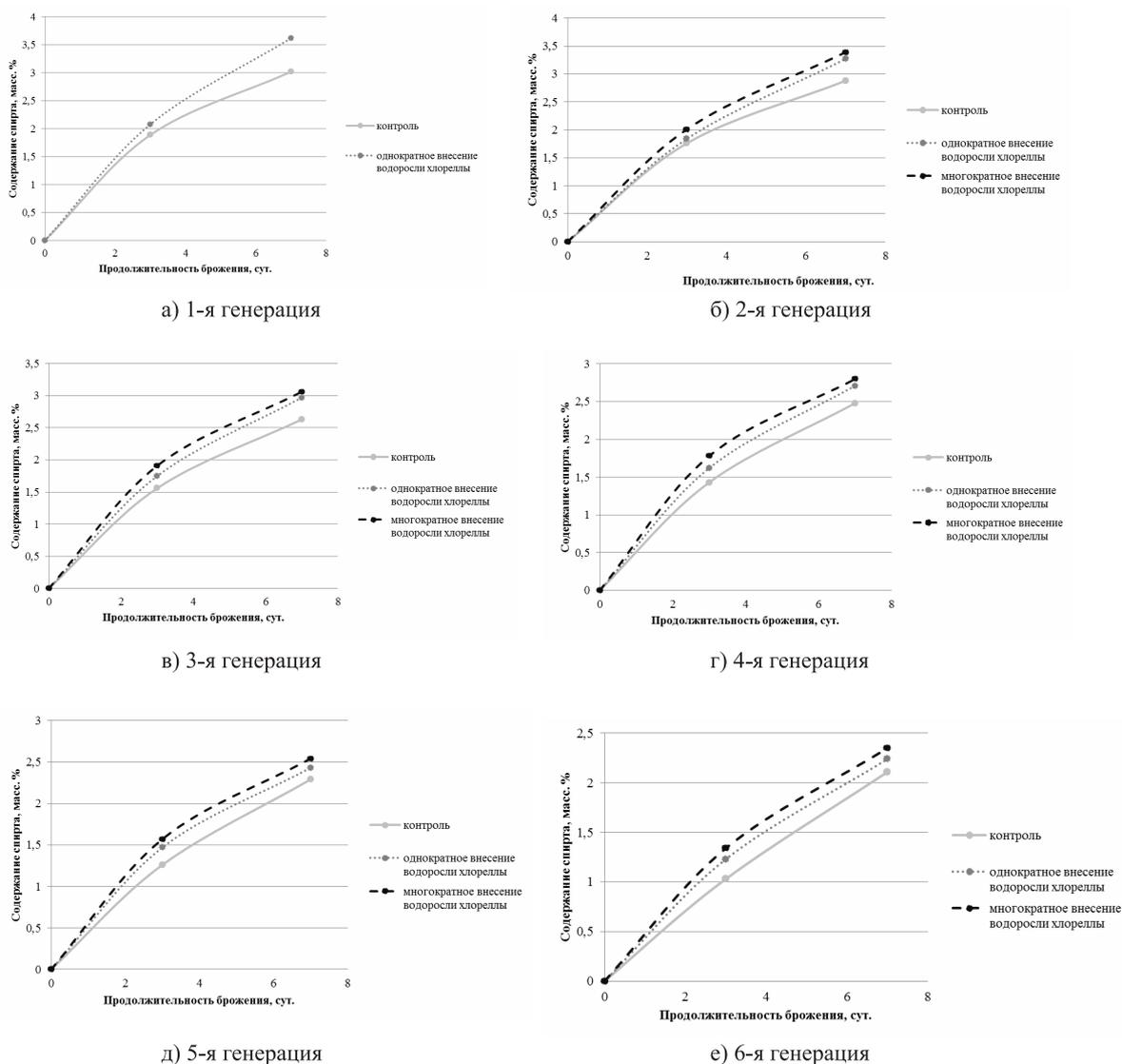


Рис. 1. Динамика накопления этилового спирта в процессе сбраживания пивного сусле с использованием различных генераций дрожжей расы 34

Кроме того, следует отметить, что при однократном внесении водоросли хлореллы наилучшие результаты наблюдались на протяжении четырех генераций, в то время как при многократном внесении – на протяжении всех шести генераций.

Введение водоросли хлореллы на каждой генерации в дрожжевую разводку также способствует более интенсивному снижению аминного азота (рис. 3) по сравнению с контрольным образцом. На первой генерации содержание аминного азота в опытном образце снизилось на 22,0 % по отношению к контролю.

При использовании последующих генераций (со 2-ой по 6-ю включительно) снижение данного показателя при многократном внесении водоросли хлореллы происходило на 20,3; 18,6; 15,9; 13,3 и 10,4 % соответственно по отношению к контролю, в то время как при однократном внесении на 19,6 – 5,6 % соответственно.

Как показывают данные (рис. 4), во всех опытных образцах убыль экстракта происходила более интенсивно, чем в контроле. На первой генерации содержание действительного экстракта в опытном образце снизилось на 9,8 % по отношению к контролю. При применении последующих генераций (со 2-й по 6-ю включительно) содержание данного показателя при мно-

по кратному внесению водоросли хлореллы снижалось на 8,4; 7,1; 5,8; 4,4; 3,6 % соответственно по отношению к контрольному образцу, а при однократном внесении на 7,7 — 1,8 % соответственно.

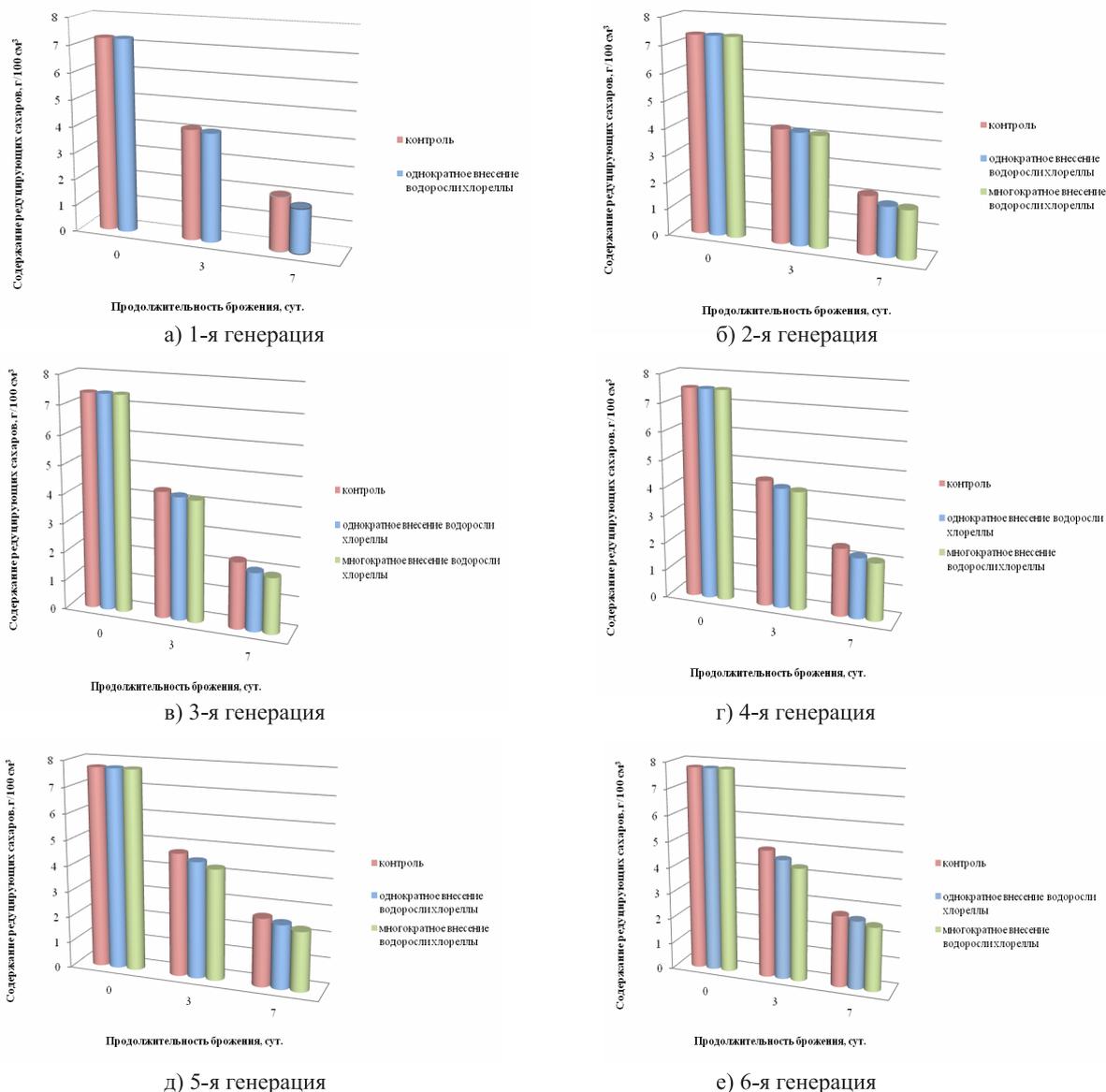


Рис. 2. Динамика потребления редуцирующих сахаров в процессе главного брожения с использованием различных генераций дрожжей расы 34, г/100см³

Снижение pH и нарастание кислотности во всех исследуемых образцах происходило в пределах нормы, свидетельствующей о правильности и чистоте протекания процесса главного брожения.

Для определения влияния кратности внесения водоросли хлореллы в дрожжевую культуру на физиологические характеристики клеток в дрожжевой разводке на протяжении шести генераций контролировали изменение количества мертвых клеток и клеток, упитанных по гликогену (рис. 5 и 6).

Установлено, что в опытных образцах для сбраживания которых использовали дрожжевую разводку, однократно активированную водорослью хлореллой на протяжении четырех генера-

ций, наблюдались стабильно высокие физиологические показатели по сравнению с контрольным образцом, в который водоросль не вносилась. При дальнейшем использовании опытных образцов (на пятой и шестой генерациях) эти показатели значительно ухудшались, хотя по-прежнему превышали данные, полученные в контрольном образце.

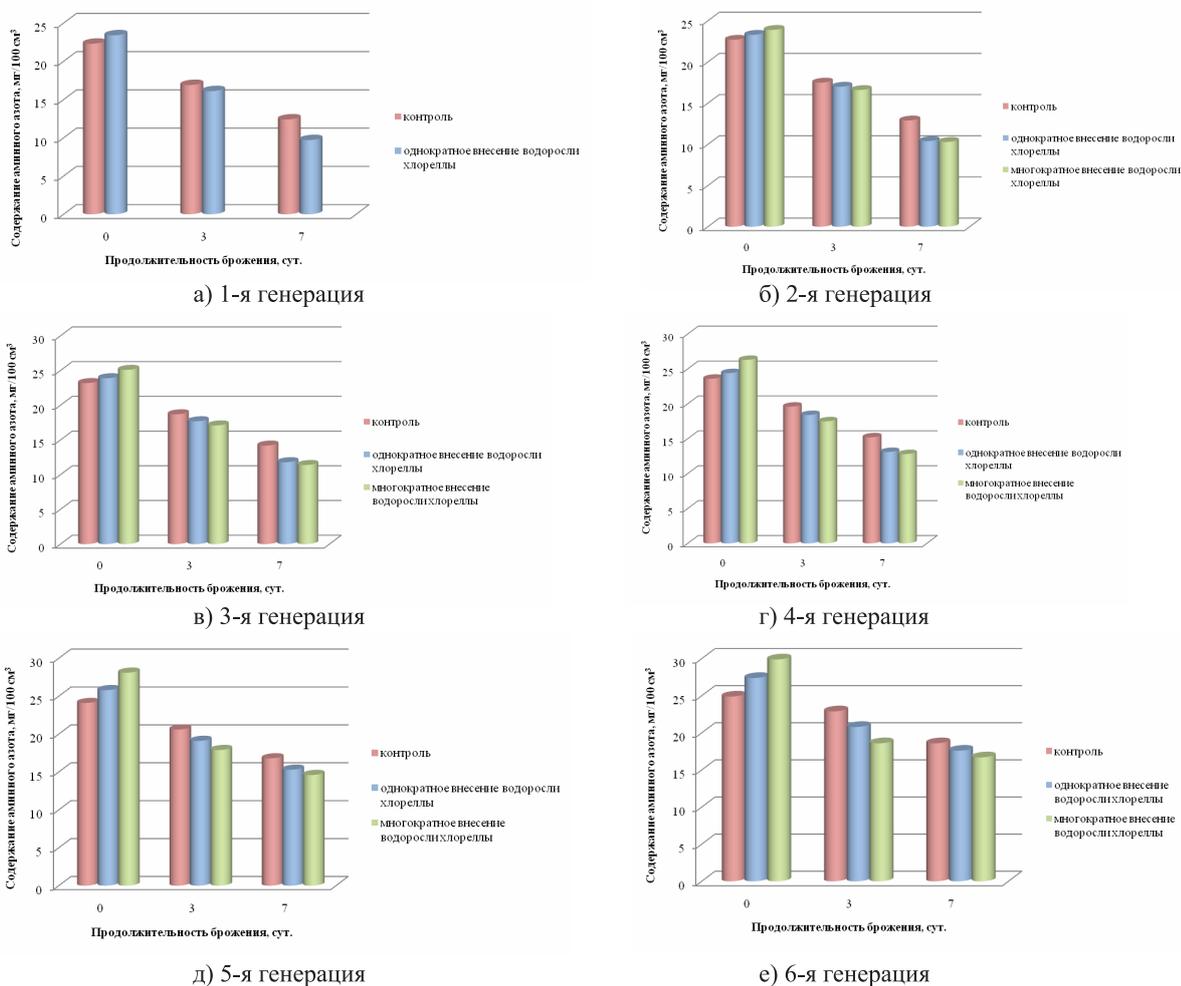


Рис. 3. Изменение аминного азота в процессе главного брожения с использованием различных генераций дрожжей расы 34, г/100 см³

Так, количество клеток, упитанных по гликогену, для первой генерации дрожжей в опытном образце к концу главного брожения на 15,2 % превышало контроль. В последующем данная динамика сохранялась на протяжении следующих генераций. Содержание клеток, упитанных по гликогену, при многократном её внесении со 2-й по 6-ю генерацию включительно превышало контроль соответственно на 14,8; 13,3; 11,9; 9,8 и 7,5 %, а при однократном внесении на 13,1 — 3,1 % соответственно.

При изучении количества мертвых клеток в процессе главного брожения было установлено, что на протяжении первой генерации содержание мертвых клеток в опытном образце снизилось на 34,6 % по отношению к контрольному образцу. В дальнейшем на протяжении следующих генераций (со 2-й по 6-ю включительно) содержание мертвых клеток, при многократном внесении водоросли хлореллы снижалось по отношению к контролю соответственно на 32,1; 29,8; 27,1; 25,6 и 23,4 %, а при однократном внесении на 30,8 — 13,7 % соответственно.

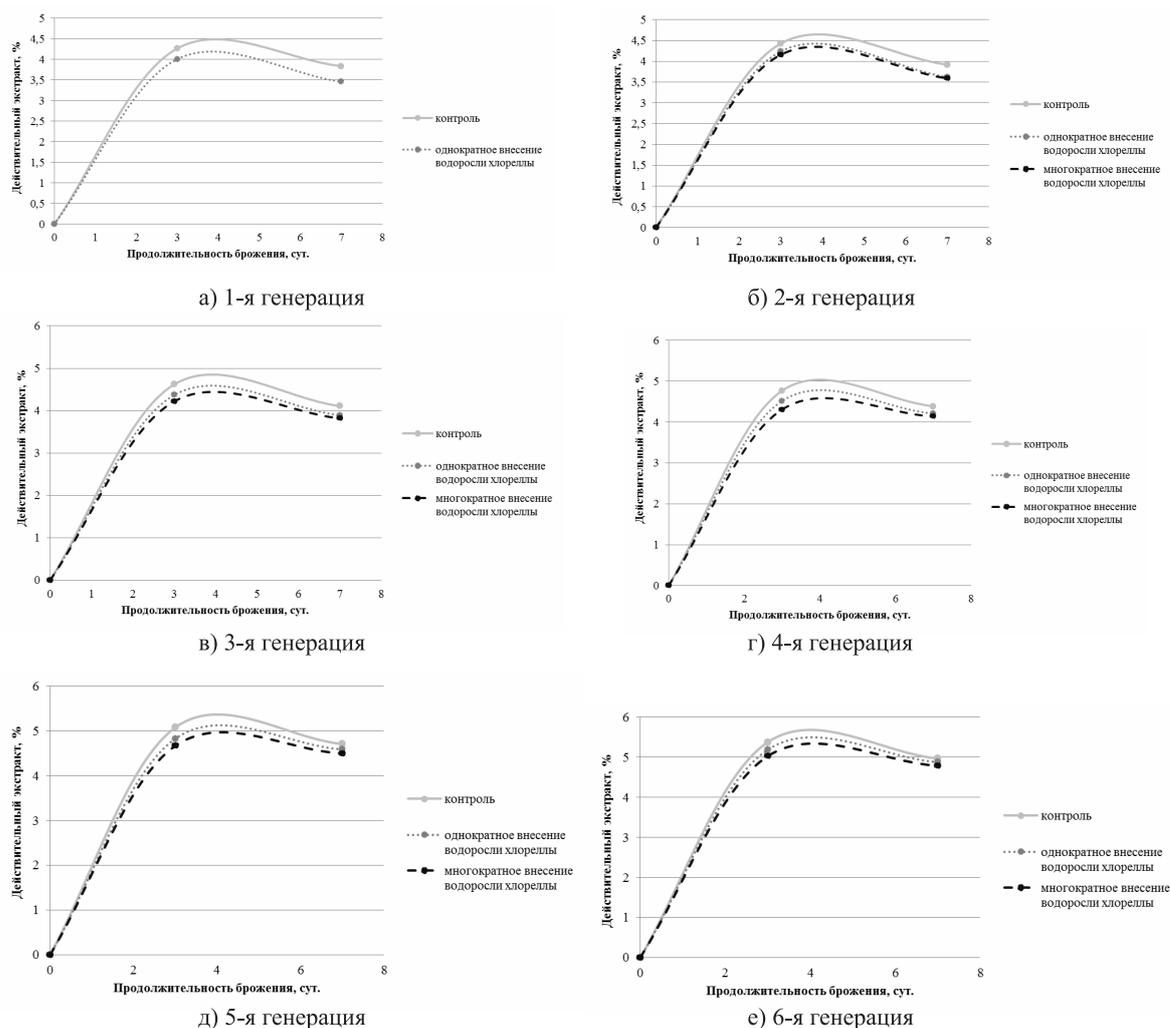


Рис. 4. Изменение действительного экстракта в процессе главного брожения с использованием различных генераций дрожжей расы 34, %

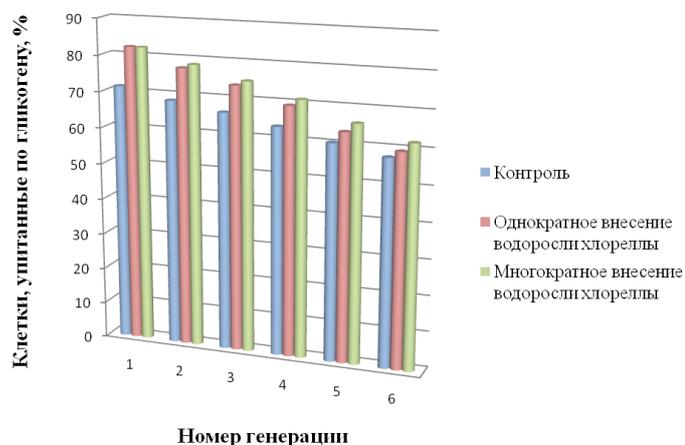


Рис. 5. Изменение количества клеток, упитанных по гликогену в процессе главного брожения

Таким образом, на основании проведенной сравнительной оценки влияния кратности введения водоросли хлореллы в дрожжевую разводку было установлено, что при однократном

использовании водоросли хлореллы пивоваренные дрожжи способны поддерживать высокие физиологические показатели на протяжении четырех поколений, по сравнению с контрольным образцом. В то время как при многократном внесении — на протяжении всех шести поколений. Это в значительной мере влияет на скорость всех процессов, происходящих при сбраживании пивного сусла, а также позволяет дрожжевой массе не терять своих бродильных свойств даже после большого числа поколений, что дает возможность их длительного использования.

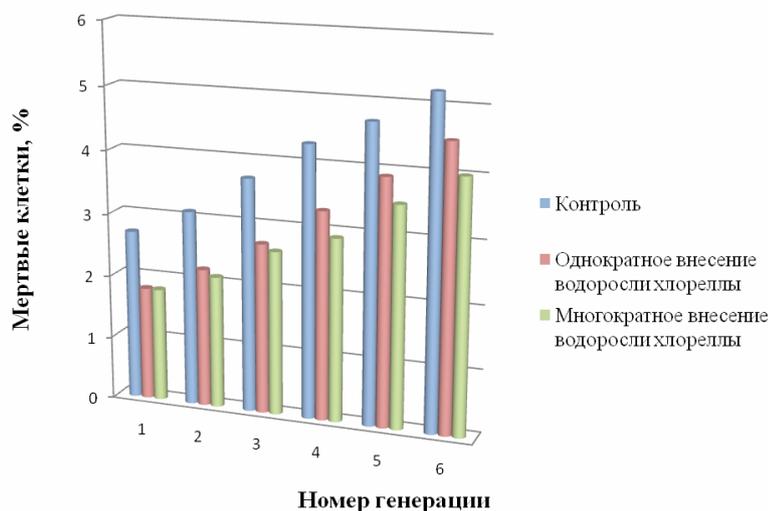


Рис. 6. Изменение количества мертвых клеток в процессе главного брожения

ЛИТЕРАТУРА

1. Хныкин, А. М. Разработка метода активации сухих пивоваренных дрожжей для заводов малой мощности / А. М. Хныкин, А. И. Садова, А. Н. Тимаева // Пиво и напитки. — 2012. — №2. — С. 12–13.
2. Жвирблянская, А. Ю. Дрожжи в пивоварении / А. Ю. Жвирблянская, В. С. Исаева. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 247 с.
3. Моргунова, Е. М. Перспективное направление в интенсификации сбраживания пивного сусла / Е. М. Моргунова, Ю. С. Назарова, Е. В. Родин // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2013. — № 2. — С. 34–38.

Рукопись статьи поступила в редакцию 07.08.2017

E. M. Morgunova, J. S. Nazarova, N. A. Schelegova

INFLUENCE OF MULTIPLeness OF BRINGING OF ALGAS OF CHLORELLA ON PROCESS OF FERMENTATION OF BEER AT THE USE OF YEASTS OF DIFFERENT GENERATIONS

In article possibility of application in brewing production of a component of a phytogenesis — algae chlorella as the source of biologically active agents necessary for increase of physiological activity of yeast is studied. Influences of multiplicity of introduction of water-plant of chlorella are investigational on the process of main fermentation at application of different generations of yeasts.

Keywords: brewing, chlorella algae, brewing yeast, main fermentation, generation, accumulation of ethyl alcohol.