УДК 663.433:633.16

# ВОЗМОЖНОСТЬ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СОЛОДОРАЩЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

**Т.Ф. Киселева*, Ю.Ю. Миллер, Ю.В. Гребенникова, Е.И. Стабровская**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47*

**e-mail: tf@kemtipp.ru*

*Дата поступления в редакцию: 01.02.2016*
*Дата принятия в печать: 11.02.2016*

В производстве зерновых напитков, приобретающих все большую популярность среди населения, основным сырьем является ячменный солод, который используют в основном в качестве источника ферментов и экстрактивных веществ. Накопление ферментативного потенциала в зерна происходит в процессе его проращивания. С целью интенсификации процесса солодоращения применяют различные подходы, в том числе использование на отдельных производственных стадиях стимулирующих препаратов, провоцирующих накопление гиббереллиновой кислоты, что впоследствии приводит к интенсивному образованию в зерне ферментов различного спектра. В работе показана возможность интенсификации производства ячменного солода посредством добавления в качестве стимулятора биохимических процессов комплекса органических кислот на стадии замачивания зерна. Определена оптимальная концентрация используемого органического препарата, вносимого в замочную воду в концентрации $10^{-9}$ моль/дм$^3$. Показано положительное влияние комплекса органических кислот в рекомендуемой концентрации на накопление амилолитических и протеолитических ферментов на протяжении всех этапов солодоращения. Предполагаемый способ обработки ячменя позволяет повысить амилолитическую активность солода относительно необработанного зерна на 13 %, протеолитическую – на 6 %. При этом возможно сокращение продолжительности солодоращения на 1–2 суток. Полученный солод обладает высокими качественными и технологическими показателями.

Ячменный солод, комплекс органических кислот, совершенствование технологии солода, ферментативная активность солода

**Введение**

Солод является основным сырьем, используемым при производстве зерновых напитков, в том числе и напитков брожения. В зависимости от вида зерновой культуры и технологических особенностей производства различают ячменный (светлый, темный, карамельный и др.), пшеничный, ржаной (ферментированный, неферментированный), овсяный и другие солоды. Несмотря на видовые и производственные аспекты формирования качественных характеристик солода, его технология имеет классические стадии приготовления: мойка и замачивание зерна, проращивание, сушка солода, удаление ростков. Для придания каждому виду солода свойственных ему качественных показателей используют определенные подходы при его получении на каждой технологической операции путем применения специальных режимов, стимулирующих препаратов, усовершенствованного современного оборудования и т.д. [1].

Основной целью производства солода является формирование в нем ферментативного потенциала, включающего комплекс гидролитических ферментов различного спектра действия. Процесс синтеза биохимических катализаторов сопровождается индуцированием ростовых веществ в алейроновый слой зерна, при этом основную роль «проводника» в этом процессе выполняет щиток. При достижении требуемой влажности, достигаемой в процессе замачивания (около 45 %), в щитке зерна начинают накапливаться ростовые вещества, которые постепенно транспортируются в алейроновый слой, где продуцируют образование новых и активацию имеющихся в зерне ферментов, адсорбированных протоплазменными структурами клеток и находящихся в неактивном состоянии [2].

В процессе солодоращения по мере накопления ферментов и увеличения их активности происходит ряд биохимических процессов, особая роль при этом отводится цитолизу – растворению клеточных стенок эндосперма посредством гидролиза некрахмальных полисахаридов, в частности, β-глюкана и пентозанов. В вышеописанном биокаталитическом процессе основную роль играет группа цитолитических ферментов (эндо- и экзо-β-глюканазы, эндо- и экзоксилоназы, арабинозидаза и др.). Растворение стенок эндосперма в начале замачивания наблюдается в области зародыша, постепенно распространяясь от щитка в эндосперменную область зерна. По мере накопления в алейроновом слое такого стимулятора роста, как гиббереллиновая кислота, происходит растворение клеточных стенок и в других областях ячменя. Наибольшая активность цитолитических ферментов наблюдается к пятым суткам проращивания. Большое практическое значение проведения полноценного цитолиза заключается в растворении эндосперменных клеток и активации амилолитических и протеолитических фермен-

тов солода, участвующих в последующем в гидролизе крахмала и высокомолекулярных азотистых соединений как на стадии проращивания зерна, так и в дальнейшем при приготовлении сусла для зерновых напитков.

Протеолиз – распад белковых веществ, входящих в состав зерна, в частности в клеточные стенки эндосперма. Происходит под действием эндо- и экзопептидаз и приводит к образованию низкомолекулярных азотистых соединений, в том числе аминокислот. Протеолитическое расщепление белков при солодоращении приводит к образованию средне- и низкомолекулярных азотистых соединений, в том числе и различных аминокислот. Вследствие этого при производстве солода протеолитическое расщепление является неотъемлемым и очень важным процессом. Однако необходимо учесть тот факт, что следует избегать глубокого гидролиза белков, приводящего к усиленному росту корешков зерна и, как следствие, к значительным потерям сухих веществ.

Несмотря на важность цитолитических и протеолитических изменений, происходящих в зерне, не менее значимым является синтез и активация ферментов амилолитического действия (α-амилазы, β-амилазы, предельной декстриназы и др.), участвующих в гидролизе крахмала. Однако расщепление крахмала до мальтозы и глюкозы при проращивании должно протекать на низком уровне с целью снижения потерь сухих веществ, так как образующиеся в результате биокаталитических процессов низкомолекулярные углеводы используются в качестве субстрата при дыхании зерна. Тем не менее в процессе проращивания зерна необходимо накопить максимальное количество ферментов, гидролизующих крахмал, чтобы впоследствии при затирании зернопродуктов на стадии приготовления сусла для зерновых напитков обеспечить необходимую степень осахаривания. Интенсивное накопление α-амилазы происходит вплоть до четвертых суток проращивания по мере накопления гиббереллинов в алейроновом слое, далее ее активность увеличивается незначительно. β-амилаза содержится в непроросшем зерне в достаточном количестве, однако в неактивном состоянии, максимальная ее активность наблюдается к четвертым-пятым суткам процесса проращивания [1, 2].

Процесс солодоращения является длительным. Поэтому в настоящее время применяют различные способы интенсификации данной технологической операции [3], основанные на использовании специальных режимов проведения процессов замачивания и проращивания, ингибирующих дыхательные процессы, приводящие к снижению концентрации антоцианогенов, ускорению разрыхления клеточных стенок эндосперма зерна; использовании активаторов роста (молочной кислоты, диаммонийфосфата, эндогенной гиббереллoвой кислоты, бромида калия и др.); воздействии физических факторов, в том числе ультразвука, электрического поля, γ-лучей и т.д.; а также ферментных препаратов [4, 5, 6].

Из всех вышеперечисленных способов наибольшей эффективностью обладают способы, основанные на применении биостимуляторов роста зерна, способствующие накоплению ростовых веществ, в частности, гиббереллoвой кислоты. Основной целью использования вышеназванных препаратов является увеличение ферментативной активности солода, а также сокращение продолжительности стадий замачивания и проращивания.

Применяемый в настоящей работе комплекс кислот включает такие органические соединения, как лимонная, янтарная, яблочная и фумаровая кислоты. Внесение биостимулятора в замочную воду будет способствовать созданию pH среды, оптимального для протекания биокаталитических процессов. Это, в свою очередь, способствует интенсификации синтеза ростовых веществ ячменя, повышению их концентрации, что в конечном итоге провоцирует ускорение развития зерна.

**Целью** работы является изучение возможности использования комплекса органических кислот в производстве ячменного солода, позволяющего повысить его ферментативную активность и сократить продолжительность проращивания зерна.

**Объекты исследования**

Объектом исследования является ячменный солод. Материалы исследований – ячмень пивоваренный сорта Дворан, проросшие зерна на разных стадиях и комплекс органических кислот.

**Методы исследования**

Для оценки качества зернового сырья применяли стандартные и традиционные методы, используемые в пивобезалкогольной промышленности.

Внешний вид, вкус и запах ячменного солода определяли по ГОСТ 10967 [7].

Определение влажности зернового сырья проводили высушиванием в соответствии с ГОСТ 29294 [8].

Определение массовой доли экстрактивных веществ зернового сырья проводили в соответствии с ГОСТ 29294 [8].

Продолжительность осахаривания ячменного солода определяли по ГОСТ 29294 [8].

Цвет лабораторного сусла определяли методом визуальной колориметрии по ГОСТ 29294 [8].

Определение кислотности лабораторного сусла проводили методом колориметрического титрования в соответствии с ГОСТ 29294 [8].

Определение абсолютной массы и натуры ячменя и ячменного солода проводили в соответствии со стандартными методами анализа пивоваренного ячменя, принятыми в пивоваренной промышленности [9].

Определение крахмала проводили методом Эверса [9].

Определение амилолитической активности солода проводили методом Виндиша-Кольбаха [9].

Определение протеолитической активности солода проводили рефрактометрическим методом по Петрову [9].

Все исследования выполнены на базе кафедры «Технология бродильных производств и консервирования» ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».

**Результаты и их обсуждение**

Производство солода подразумевает протекание последовательно стадий мойки и замачивания зерна, его проращивания, сушки и удаление ростков. С целью повышения ферментативной активности ячменного солода, ускорения процесса солодоращения, а также снижения производственных потерь на одной из стадий производства солода – замачивания зерна ячмень обрабатывали комплексом органических кислот в концентрации $10^{-9}$ моль/дм$^3$. Подобную обработку можно проводить также и на стадии проращивая путем опрыскивания зерновой массы. Однако второй вариант обработки более трудоемкий и требует большего расхода органического активатора.

В исследовании использовали ячмень Алтайского сельского хозяйства, основные органолептические и физико-химические показатели которого приведены в табл. 1.

Определяющими показателями для исследования являлись: способность прорастания, которая, как видно из табл. 1, находится на достаточно высоком уровне, что дает основание предполагать о возможности получения солода из данного ячменя; а также ферментативная активность исходного зерна. В данном случае интерес представляло оценить изменение ферментативного потенциала ячменя в процессе получения из него солода на примере амилолитической и протеолитической активности, поскольку именно ячменный солод является основным зерновым сырьем для получения большинства напитков пивобезалкогольной промышленности и в первую очередь из-за высокой в нем амилолитической и протеолитической активности.

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели ячменя

| Наименование показателя | Ячмень |
|---|---|
| Цвет, запах, вкус | Свойственный нормальному ячменю, без посторонних оттенков |
| Массовая доля влаги, % | 11,3 ±0,1 |
| Натура, г/дм$^3$ | 710±1 |
| Абсолютная масса, г | 45,6±1,0 |
| Способность прорастания, % | 90,8±0,1 |
| Массовая доля белка, % | 12,5±0,1 |
| Массовая доля крахмала, % | 55,9±0,5 |
| Пленчатость, % | 5,4±0,1 |
| Амилолитическая активность, ед/г | 119,2±0,5 |
| Протеолитическая активность, ед/г | 33,2±0,5 |

На начальных этапах исследования с целью выявления оптимальной дозировки органического активатора проводили обработку ячменя комплексом трикарбоновых кислот в диапазоне концентраций $10^{-11}$-$10^{-9}$ моль/дм$^3$. Об эффективности воздействия используемого препарата судили по изменению показателей энергии и способности прорастания. В качестве контроля служил образец ячменя, не подвергшийся обработке. Результаты проведенного эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние концентрации комплекса органических кислот на прорастаемость ячменя

| Наименование показателя | Образцы ячменя | | | |
|---|---|---|---|---|
| | контроль | образец ячменя, обработанный комплексом органических кислот в концентрации | | |
| | | $10^{-11}$ моль/дм$^3$ | $10^{-10}$ моль/дм$^3$ | $10^{-9}$ моль/дм$^3$ |
| Энергия прорастания, % | 88,4±0,1 | 90,4±0,1 | 93,5±0,1 | 94,0±0,1 |
| Способность прорастания, % | 90,8±0,1 | 93,8±0,1 | 95,9±0,1 | 97,6±0,1 |

Представленные в табл. 2 результаты свидетельствуют о нецелесообразности обработки ячменя органическими кислотами в концентрациях $10^{-10}$ и $10^{-11}$ моль/дм$^3$, в то время как более концентрированный комплекс кислот позволяет существенно повысить прорастаемость ячменя (на 7,5 %) по сравнению с контролем. На основании этого для дальнейших исследований активатор роста органический природы использовали в концентрации $10^{-9}$ моль/дм$^3$.

Технология ячменного солода включала в себя все традиционные стадии производства. Отличительной особенностью предлагаемой технологической схемы является использование комплекса органических кислот на стадии замачивания. Ячмень подвергали замачиванию по воздушно-водяному способу, в период последней водяной паузы в замочную воду вносили комплекс органических кислот в концентрации $10^{-9}$ моль/дм$^3$ и выдерживали зерно в течение 6 часов при температуре воды 14–16 °С. Влияние органического препарата на физиологические и биохимические изменения зерна оценивали относительно контрольного варианта – ячменя, не подвергшегося обработке комплексом органических кислот. Степень замачивания в обоих случаях составила 45,5 %.

Далее зерно проращивали в течение 7 суток в температурном интервале 15–17 °С. При необходимости (для поддержания влаги) ячмень орошали водой, а также 1–2 раза в сутки ворошили для равномерного распределения зерна и во избежание слеживания зерновой массы. На протяжении всего периода проращивания в опытном и контрольном вариантах визуально определяли физиологические изменения зерна, а также с применением специальных методик контролировали накопление ферментативной активности относительно контрольного образца.

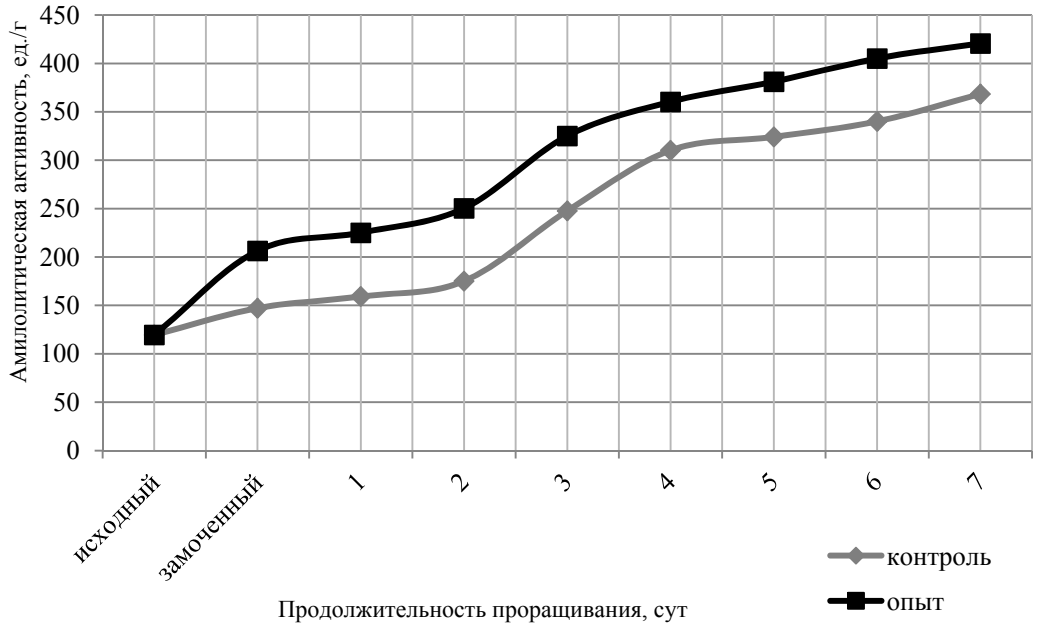


Рис. 1. Динамика накопления активности амилолитических ферментов в ячмене

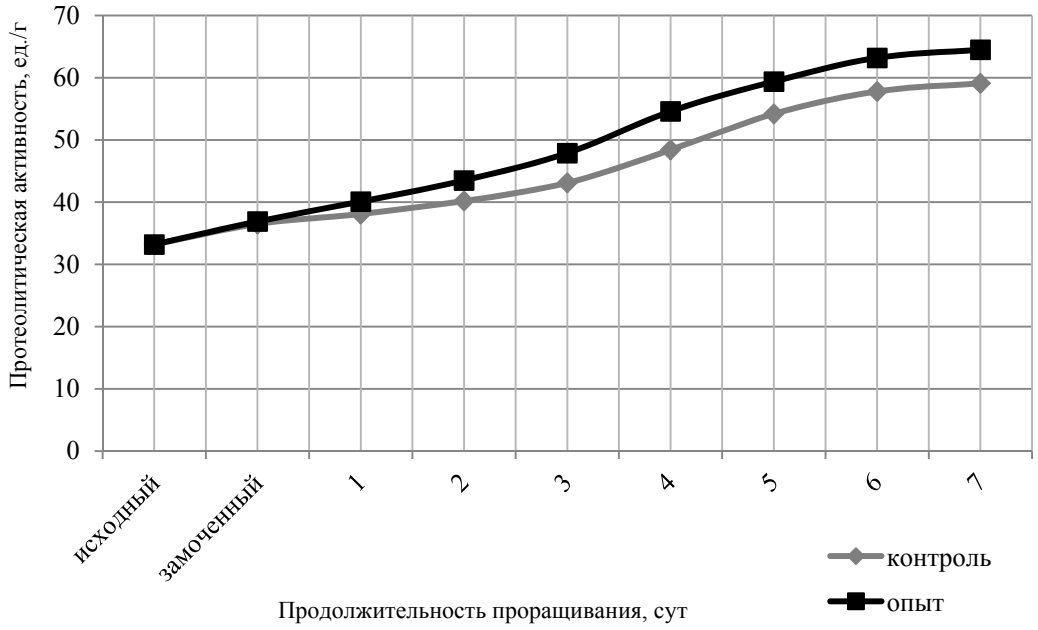


Рис. 2. Динамика накопления активности протеолитических ферментов в ячмене

На рис. 1 и 2 представлена иллюстрация изменения амилолитической и протеолитической активности ферментов ячменя в ходе ращения зерна.

Из графиков явно виден положительный эффект обработки ячменя комплексом органических кислот как в случае накопления амилолитической, так и протеолитической активности зерна. При этом изменения начинаются уже на стадии замачивания (при обработке ячменя всего лишь в течение 6 часов). Относительно контрольного варианта увеличение амилолитической активности более выраженно – составляет 28 %, прирост протеолитической активности менее заметен, тем не менее очевиден и составляет чуть более 3 %. Если оценивать прирост ферментативной активности относительно исходного зерна, то повышение уровня ферментативной активности составило 58 и 23 % соответственно для амилолитической и протеолитической.

Положительная тенденция изменения уровня ферментов в зерне наблюдается и на протяжении всего периода проращивания. При этом отклонение значения амилолитической активности обработанного и необработанного ячменя остается практиче-

ски на том же уровне. Прирост протеолитической активности ячменя, подвергшегося обработке комплексом органических кислот, относительно контрольного варианта к концу всего процесса проращивания составил 5 %. На основании вышеизложенного можно констатировать, что больший эффект обработки ячменя органическими кислотами наблюдается в случае амилолитической активности зерна.

Таким образом, можно рассматривать возможность сокращения продолжительности процесса солодоращения на двое суток, поскольку опытный образец солода пятисуточного ращения по основным характеристикам (активностям ферментов) не уступает контрольному образцу, проращиваемому в течение семи суток.

Заключительным этапом производства солода являлась сушка, которую проводили в два этапа с повышением температуры до 80 °С с целью максимально возможного сохранения накопленной ферментативной активности. После высушивания в солоде по естественным причинам происходило снижение ферментативной активности зерна, при этом протеолитическая активность снижается незначительно – в среднем на 3 % за счет более высокой термостабильности данного комплекса ферментов, амилолитическая активность уменьшается на 16 %. Результаты проведенного качественного анализа полученных ячменных солодов (опытного и контрольного вариантов) представлены в табл. 3.

Высокие качественные показатели полученного солода подтверждают целесообразность использования комплекса органических кислот на стадии замачивания при производстве солода на основе ячменя, что в первую очередь отражается в накоплении ферментативной активности зерна. При этом увеличение амилолитической активности опытного образца ячменного солода относительно контрольного варианта составляет 13 %, протеолитической – 6 %. Незначительное повышение кислотности обосновано использованием комплекса органических кислот, но оно не превышает требований стандарта [8]. Повышение массовой доли экстракта солода на 3 % будет способствовать в дальнейшем увеличению выхода сухих веществ в зерновое сусло в среднем на 5–7 %.

Таблица 3

Физико-химические показатели ячменного солода

| Наименование показателя | Содержание в ячмене | |
|---|---|---|
| | контрольный образец | опытный образец |
| Органолептические показатели | Однородная зерновая масса, светло-желтого цвета, с солодовенным запахом, сладковатым вкусом, без посторонних запахов и вкусов | |
| Содержание влаги, % | 5,8±0,1 | 5,8±0,1 |
| Массовая доля экстракта в сухом солоде, % | 74,5±0,5 | 77,5±0,5 |
| Массовая доля белка, % | 11,5±0,1 | 11,0±0,1 |
| Массовая доля крахмала, % | 53,4±0,5 | 51,1±0,5 |
| Продолжительность осахаривания, мин | 15±1 | 11±1 |
| Амилолитическая активность, ед/г | 306,4±1,0 | 350,6±1,0 |
| Протеолитическая активность, ед/г | 56,7±1,0 | 60,5±1,0 |
| Лабораторное сусло: | | |
| Цвет, ц.ед. | 0,17±0,01 | 0,17±0,01 |
| Кислотность, к.ед. | 1,00±0,01 | 1,10±0,01 |
| Прозрачность | Прозрачное | |

**Выводы**

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что использование комплекса органических кислот в концентрации $10^{-9}$ моль/дм$^3$ в производстве ячменного солода является перспективным способом получения высококачественного солодовенного продукта. Проводить обработку зерна рекомендуется на стадии замачивания. При этом результативной концентрацией биостимулятора является $10^{-9}$ моль/дм$^3$. В этом случае возможно сокращение процесса солодоращения на 1–2 суток при сохранении требуемого качества готового продукта.

**Список литературы**

1. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; пер. с нем. А.А. Куреленкова. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.

2. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т. 1: Технология солодоращения / Л. Нарцисс; пер. с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.

3. Меледина, Т.В. Биохимические процессы при производстве солода: учеб. пособие / Т.В. Меледина, И.П. Прохорчик, Л.И. Кузнецова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 89 с.

4. Миракова, И.С. Повышение ферментативной активности светлого ячменного солода путем использования в технологии солодоращения некогерентного красного света / И.С. Миракова, О.В. Савина, С.А. Руделев // Естественные и технические науки. – 2012. – № 2. – С. 16–21.

5. Дамдисурен, А. Ферментные препараты при производстве светлого пивоваренного солода / А. Дамдисурен, Е.Д. Фараджева, С.В. Востриков // Пиво и напитки. – 2003. – № 6. – С. 22.

6. Совершенствование технологии овсяного солода / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, С.В. Степанов, И.А. Вдовкина, С.Е. Терентьев // Пиво и напитки. – 2014. – № 1. – С. 28–30.

7. ГОСТ 10967-90. Зерно. Методы определения запаха и цвета. – М.: Стандартинформ, 2003. – 3 с.

8. ГОСТ 29294-2014. Солод пивоваренный. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 28 с.

9. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.

# INTENSIFICATION OF MALTING USING ORGANIC ACID COMPLEX

**T.F. Kiseleva*, Yu.Yu. Miller, Yu.V. Grebennikova, E.I. Stabrovskaya**

*Kemerovo Institute of Food Science and Technology(University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia*

**e-mail: tf@kemtipp.ru*

*Received: 01.02.2016*
*Accepted: 11.02.2016*

In the production of cereal beverage that is gaining increasing popularity with the population, the major raw material is barley malt, which is used mainly as a source of enzymes and extractives. The accumulation of fermentative capacity in grain occurs in the sprouting process. With the purpose of malting process intensification, different approaches are used, including the use of stimulators at different production stages, provoking the accumulation of gibberellic acid, which leads to consequent intensive formation of different spectrum enzymes in grain. The paper shows the possibility of intensifying the production of barley malt by adding an organic acid complex as a stimulator of biochemical processes at the stage of grain soaking. It was determined that the optimum concentration of the organic preparation added into the soaking water should be $10^{-9}$ mol/dm$^3$. A positive effect of the recommended concentration of the organic acid complex on the accumulation of amylolytic and proteolytic enzymes during all stages of malting has been shown. The proposed method of processing barley allows increasing the amylolytic activity of the malt by13 %, and the proteolytic activity by 6% regarding unprocessed grains. It is possible to reduce the period of malting by 1–2 days. The resulting malt has high qualitative and technological indices.

Barley malt, organic acid complex, malt technology improvement, enzyme activity of the malt

## References

1. Ludwig Narziß. *Abriss der Bierbrauerei*. 7., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wlleyvch, W I L E Y - V C H Verlag GmbH & Co. K G a A, 2004. 450 s. (Russ. ed.: Nartsiss L., Bak V., Kurelenkova A.A. *Kratkiy kurs pivovareniya*. St. Petersburg, Professija Publ., 2007. 640 p.).

2. Ludwig Narziß, Karl Schuster, Franz Weinfurtner. *Die Bierbrauerei: Band 1: Die Technologie der Malzbereitung*. 7 Auflage. Weinheim, Wiley-VCH Verlag GmbH, 1999. 580 s. (Russ. ed.: Nartsiss L., Ermolaevoy G.A., Shanenko E.F. *Pivovarenie. T.1. Tekhnologiya solodorashcheniya*. St. Petersburg, Professija Publ., 2007. 584 p.).

3. Meledina T.V., Prokhorchik I.P., Kuznetsova L.I. *Biokhimicheskie protsessy pri proizvodstve soloda* [Biochemical processes in the production of malt]. St. Petersburg, NIU ITMO Publ., 2013. 89 p.

4. Mirakova I.S., Savina O.V., Rudelev S.A. Povyshenie fermentativnoy aktivnosti svetlogo yachmennogo soloda putem ispol'zovaniya v tekhnologii solodorashcheniya nekogerentnogo krasnogo sveta [The increase of enzymatic activity light barley malt by using the technology of the malting incoherent red light]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences], 2012, no. 2, pp. 16–21.

5. Damdisuren A., Faradzheva E.D., Vostrikov S.V. Fermentnye preparaty pri proizvodstve svetlogo pivovarennogo soloda [Enzymatic preparations in the production of light brewing malt]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2003, no. 6, p. 22.

6. Kiseleva T.F., Miller Yu.Yu., Stepanov S.V., Vdovkina I.A., Terent'ev S.E. Sovershenstvovanie tekhnologii ovsyanogo soloda [The improved technology of oat malt]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2014, no. 1, pp. 28–30.

7. *GOST 10967-90. Zerno. Metody opredeleniya zapakha i tsveta* [State Standard 10967-90. Grain. Methods of determination of odour and color]. Moscow, Standartinform Publ., 2003. 3 p.

8. *GOST 29294-2014. Solod pivovarennyy. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 29294-2014. Malt brewing. Specifications]. Moscow, Standards Publ., 2014. 28 p.

9. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennogo predpriyatiya* [Handbook of work in the lab brewing company]. St. Petersburg, Professija Publ., 2004. 536 p.

## Дополнительная информация / Additional Information

Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса органических кислот / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, Ю.В. Гребенникова, Е.И. Стабровская // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 11–17.

Kiseleva T.F., Miller Yu.Yu., Grebennikova Yu.V., Stabrovskaya E.I. Intensification of malting using organic acid complex. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 40, no. 1, pp. 11–17 (In Russ.).

**Киселева Татьяна Федоровна**
д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии бродильных производств и консервирования, декан технологического факультета, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

**Tatiana F. Kiseleva**
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Dean of the Faculty of Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology, 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,

(университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

**Миллер Юлия Юрьевна**
канд. техн. наук, доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: bp@kemtipp.ru

**Гребенникова Юлия Владимировна**
старший преподаватель кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-76, e-mail: fizkult@kemtipp.ru

**Стабровская Елена Игоревна**
канд. техн. наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-46, e-mail: kemtipp-bjd@rambler.ru

phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

**Yulia Yu. Miller**
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: bp@kemtipp.ru

**Yulia V. Grebennikova**
Senior Lecturer of the Department Physical Education, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-76, e-mail: fizkult@kemtipp.ru

**Elena I. Stabrovskaya**
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Vital Activity Safety, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-46, e-mail: kemtipp-bjd@rambler.ru