

УДК 664.73 (045)

# К вопросу получения сусла из шелушенной ржи

**Л. Н. Крикунова,**  
*д-р техн. наук, доцент;*  
**С. М. Томгорова,**  
*канд. техн. наук;*  
**И. В. Лазарева,**  
*канд. техн. наук*  
*ВНИИ пивоваренной, безалкогольной  
и винодельческой промышленности*

**В** работе [1] проведено технико-экономическое обоснование выбора сырья бродильных производств, в основу которого положены следующие параметры:

- обеспеченность предприятия сырьем, то есть его достаточное производство в стране и отсутствие острой конкуренции с потребителями других отраслей;
- особенности биохимического состава сырья, позволяющие достигать требуемых для продукта органолептических показателей;
- допустимые затраты на сырье в общей себестоимости конечной продукции, позволяющие выпустить конкурентоспособный по данному показателю товар. Выполненные исследования позволили сделать заключение, что наиболее перспективное сырье среди зерновых культур в России — рожь.

Исходные технологические свойства зерна, в том числе и ржи, не всегда удовлетворяют требованиям производителя, поэтому отечественными специалистами предложены способы целенаправленного их изменения [2–4]. В работе [5], предложен эффективный, простой способ, основанный на частичном шелушении зерновки ржи: удаление до 5 % внешних периферических слоев зерновки [6–8], приводит:

- к снижению прочностных свойств ржи и, соответственно, получению мелкого и равномерного помола из зерна без превы-

шения энергозатрат по сравнению с контролем;

- к улучшению микробиологических характеристик сырья;
- к повышению ферментативной атакующести крахмала сырья, что дает возможность снизить норму внесения ферментных препаратов разжижающего и осахаривающего действия.

Сырье с измененными технологическими свойствами позволяет использовать более мягкие режимы его переработки, что особенно актуально в настоящее время в связи с тенденцией постоянного роста цен на энергоносители. Так, в работе [9], посвященной переработке ржи в спиртовой отрасли, рекомендуется низкотемпературный способ, ранее использованный в зарубежной практике, так называемый способ «холодного затираания». Максимальная температура обработки сырья по данному способу составляет 62...68 °С, причем последнее значение относится к трудно перерабатываемому сырью. По предложенной технологии измельченное зерно (степень дробления близка к степени помола «мука») смешивается с теплой водой и полученный замес выдерживают при следующих температурных паузах:

- пауза 1 — температура 50...51 °С, продолжительность 30 мин;
- пауза 2 — температура 61...65 °С, продолжительность 30–60 мин;
- пауза 3 — температура 56...58 °С, продолжительность 20–30 мин, на этой стадии в сусло вносится осахаривающий материал.

Преимущество данного способа — создание оптимальных температурных параметров для действия собственных гидролитических ферментов зерна; снижение потерь углеводов; уменьшение расхода топливной энергии; возможность приготовления высококонцентрированного суслу; упрощение аппаратной схемы за счет совмещения стадий водно-тепловой обработки и осахаривания.

В другой работе [10], при переработке ржи, используемой в качестве основного сырья для производства зерновых дистиллятов, рассмотрены три способа получения осахаренного суслу:

- настойный способ, применяемый при переработке ячменного солода в пивоваренной отрасли;
- механико-ферментативный способ, наиболее совершенный, используемый в отечественной промышленности при переработке зернового сырья;
- низкотемпературный способ, так называемый способ «холодного затириания» с измененными технологическими параметрами.

Процесс получения суслу *настойным способом* предусматривал смешивание измельченного сырья (степень дробления соответствовала 80–85 %-ному проходу через сито с диаметром отверстий 1 мм) с водой при гидромодуле 1:3,5; внесение в опытные образцы ферментных препаратов в рекомендуемых производителями дозировках: препарата разжижающего действия Амилаза НТ 4000N (основной фермент мезофильная  $\alpha$ -амилаза); препарат цитолитического действия Вискозим L (основной фермент — целлюлаза, сопутствующие ферменты ксиланаза и  $\beta$ -глюканаза); препарат протеолитического действия Нейтраза 0,8 L (основной фермент — эндопротеаза, сопутствующий —  $\beta$ -глюканаза).

Выдержка замеса осуществлялась в соответствии с температурными паузами, принятыми в пивоваренном производстве (с увеличением длительности белковой и мальтозной пауз):

- пауза 1 — температура 40...45 °С, длительность 30 мин (цитолитическая пауза);
- пауза 2 — температура 50...55 °С, длительность 1 ч (белковая пауза);

- пауза 3 — температура 60...65 °С, длительность 1ч (мальтозная пауза);
- пауза 4 — температура 70...75 °С, длительность 45 мин (выдержка затора для осахаривания);
- пауза 5 — температура 75...80 °С, выдержка в течение 5 мин.

Дополнительно при получении образцов проводили охлаждение замеса до температуры 56...58 °С, с внесением препарата осахаривающего действия САН Супер 240 L (основной фермент — глюкоамилаза). Длительность процесса на этой стадии составляла 30 мин.

*Механико-ферментативный способ* включал выдержку замеса с внесением ферментных препаратов разжижающего действия Термамила SC (основной фермент термостабильная  $\alpha$ -амилаза); цитолитического действия Вискозима; протеолитического действия Нейтразы 0,8 L со следующими температурными паузами:

- пауза 1 — температура 45...50 °С, длительность 1 ч;
- пауза 2 — температура 65...70 °С, длительность 1ч;
- пауза 3 — температура 95...98 °С, длительность 1,5 ч;
- пауза 4 — температура 56...58 °С, длительность 30 мин (на данной паузе, после охлаждения массы до требуемой температуры, предусматривалось внесение препарата осахаривающего действия САН Супер 240 L).

В *низкотемпературном способе* все микробные ферментные препараты, использованные в настойном способе, вносили при замесе измельченного сырья с водой. Далее процесс предусматривал выдержку замеса при температуре 40...45 °С в течение 30 мин и паузу при температуре 60...65 °С в течение 210 мин.

Среди рассмотренных рекомендован настойный способ, используемый в пивоваренном производстве, однако авторы отмечают, что и низкотемпературный способ «холодного затириания» может быть перспективным после получения из зерна ржи более мелких помолов.

В связи с тем, что рожь, как и ячмень характеризуется повышенной массовой долей некрахмальных полисахаридов и относится, к примеру, в спиртовом произ-

водстве к «проблемному» виду сырья, часто специалисты при его переработке используют ферментные препараты гемицеллюлазного действия. Данные по влиянию их внесения в случае использования в качестве сырья шелушенной ржи в литературе отсутствуют.

Поэтому в настоящей работе выполнены исследования по получению суслу из ржи с частично удаленной внешней оболочкой по механико-ферментативному способу и способу «холодного затириания» с использованием ферментных препаратов гемицеллюлазного действия Шеарзим 500 L (850 ед. КС / см<sup>3</sup>) и Вискоферм L (600 ед. ОЦ / см<sup>3</sup>).

С применением данных ферментных препаратов, использованных в дозировке 0,2 ед. КС / г или ОЦ / г крахмала сырья, был получено сусло из шелушенной ржи по механико-ферментативному способу.

При исследовании влияния цитолитических ферментов на показатели суслу из шелушенной ржи (механико-ферментативный способ) установлено (табл. 1), что дополнительное внесение в замес ферментных препаратов гемицеллюлазного действия повышает концентрацию суслу, увеличивает в нем долю общих сбраживаемых углеводов в среднем на 1,0–1,5 %.

Аналогичные эксперименты по изучению влияния цитолитических ферментов на показатели суслу из шелушенной ржи (способ «холодного затириания») были проведены с получением суслу по схеме «холодного затириания» (табл. 2).

Установлено, что дополнительное внесение в замес микробных цитаз положительно влияет на процесс получения суслу при температурах, не превышающих 60...65 °С. Возрастает общая концентрация суслу, что, скорее всего, связано с гидролизом определенных гемицеллюлоз ржи и их переходом в растворимое состояние. Вместе с тем, эффект по сравнению с контролем от использования микробных цитаз при переработке сырья по способу «холодного затириания» ниже, чем по механико-ферментативному способу [разница в показателе общих редуцирующих веществ (ОРВ)

Таблица 1

Показатели качества	Контрольный образец (без ФП цитолитического действия)	Опытные образцы с использованием ФП цитолитического действия	
		Вискоферм L	Шеарзим 500 L
СВ, %	16,7	17,3	17,0
РВ, %	11,3	9,4	10,5
ОРВ, %	14,2	15,7	15,2
Белок, мг%	42,1	48,0	45,0

Таблица 2

Показатели качества	Контрольный образец (без ФП цитолитического действия)	Опытные образцы с использованием ФП цитолитического действия	
		Вискоферм L	Шеарзим 500 L
СВ, %	16,4	16,8	17,0
РВ, %	7,8	8,3	8,7
ОРВ, %	13,3	13,5	13,7
Белок, мг%	78,2	90,3	81,8

составляет соответственно 0,2–0,4 % по сравнению с 1,0–1,5 %].

Также в работе исследовано влияние дополнительного внесения ферментных препаратов цитолитического действия на реологическое поведение технологических сред. Данные измерения проводили с использованием прибора «Амилотест АТ-97», рекомендованного специалистами хлебопекарной отрасли для определения технологических свойств муки. Эксперименты проводили с внесением

разжижающего ферментного препарата Термавил SC (контроль) и дополнительным внесением Вискоферма L (опыт 1) и Шеарзима 500 L (опыт 2) в опытные варианты. Амилограммы контрольных и опытных образцов представлены на рисунке.

Отмечено, что усилие перемешивания (F) в интервале температур от 20 до 60 °С при использовании ферментного препарата Шеарзим 500 L характеризуется большим значением, чем для об-

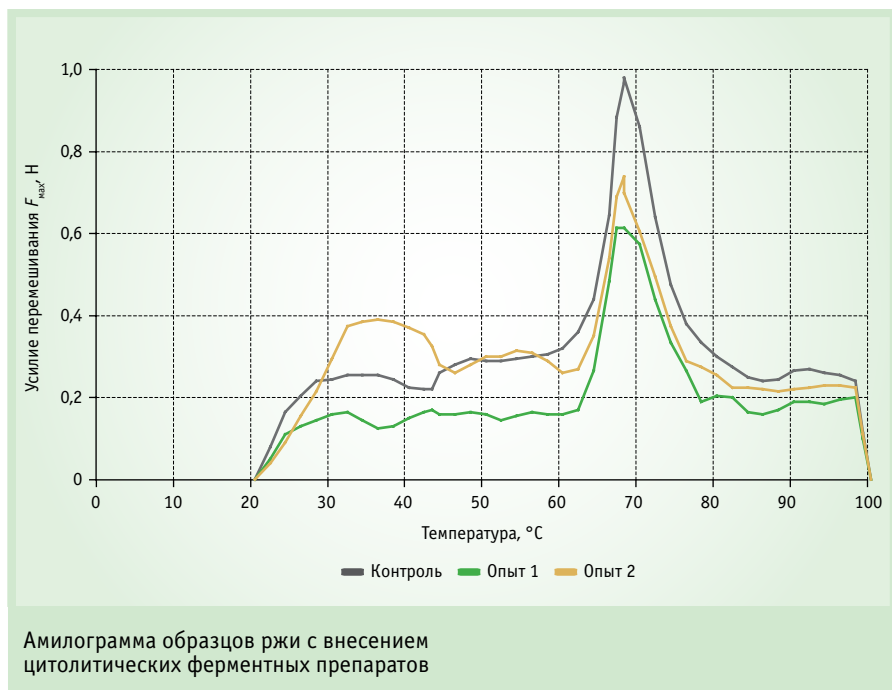
разцов контрольного и с использованием ферментного препарата Вискоферм L. Однако, при максимальном значении F оба препарата снижают показатель до 0,62–0,75 Н против 0,99 Н в контроле.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что внесение ферментного препарата Вискоферм L приводит к снижению вязкости исследуемой среды, улучшая доступность полимеров зерна к действию собственных и микробных ферментов.

В целом, для основания целесообразности применения ферментных препаратов гемицеллюлазного действия при получении суслу из шелушенной ржи с использованием способа «холодного затирания» следует учитывать экономические аспекты производства, то есть дополнительные затраты, связанные с приобретением ферментных препаратов, и полученный от их использования эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оганесянц, Л. А. Технико-экономическое обоснование выбора сырья для производства зерновых дистиллятов / Л. А. Оганесянц [и др.] // Пиво и напитки. — 2014. — № 2. — С. 10–13.
2. Крикунова, Л. Н. Повышение эффективности производства этанола из ржи разделением фракции полисахаридов / Л. Н. Крикунова, Е. М. Максимова // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2001. — № 4. — С. 20–22.
3. Сумина, Л. И. Влияние режимов ИК-нагрева ячменя на его технологические свойства / Л. И. Сумина, Л. Н. Крикунова, Г. П. Карпиленко // Известия вузов. Пищевая технология. — 2008. — № 4. — С. 38–41.
4. Крикунова, Л. Н. Режимы и технологические параметры получения и сбраживания осахаренного суслу из ИК-обработанного зерна пшеницы. Часть I. Стадия получения суслу / Л. Н. Крикунова, О. С. Стребкова, М. В. Гернет // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2007. — № 9. — С. 60–63.
5. Крикунова, Л. Н. Шелушение зерна в технологии этанола / Л. Н. Крикунова, С. М. Рябова, О. С. Журба // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2012. — № 1. — С. 14–16.
6. Журба, О. С. Влияние шелушения на параметры процесса его измельчения / О. С. Журба [и др.] // Хранение и



- переработка сельхозсырья. — 2012. — № 8. — С. 18–23.
7. *Рябова, С. М.* Способы повышения микробиологических характеристик сырья в спиртовом производстве / С. М. Рябова, Л. Н. Шабурова, И. С. Витол // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2013. — № 12. — С. 11–12.
8. *Крикунова, Л. Н.* Влияние шелушения ржи на процесс ферментативного гидролиза крахмала сырья / Л. Н. Крикунова, С. М. Рябова // Пиво и напитки. — 2013. — № 14. — С. 48–52.
9. *Крикунова, Л. Н.* Низкотемпературный способ получения ржаного сусла / Л. Н. Крикунова, С. М. Рябова // Производство спирта и ликероводочных изделий. — 2011. — № 2. — С. 14–16.
10. *Оганесянц, Л. А.* Сравнительная характеристика способов получения сусла для производства зерновых дистиллятов / Л. А. Оганесянц [и др.] // Пиво и напитки. — 2014. — № 3. — С. 44–47.

## К вопросу получения сусла из шелушенной ржи

### Ключевые слова

Вискоферм L; рожь; способы получения сусла; Термамил SC; удаление верхних слоев зерна; ферментные препараты; Шеарзима 500 L.

### Реферат

Как известно, рожь — перспективная зерновая культура для использования в бродильных производствах за счет низкой цены и высокой урожайности. Однако, ее сложный химический состав не всегда удовлетворяет требованиям производителей, и требует проведения целенаправленных изменений. Одним из таких способов было предложено частичное снятие верхних периферийных слоев зерновки, составляющих до 5%. Подготовленное данным способом зерно позволяет использовать более мягкие режимы его переработки, что позволяет снизить затраты на электроэнергию, упростить технологическую схему производства, снизить потери. Цель данной работы — исследования по получению ржаного сусла из шелушенного зерна по методу «холодного затириания» и механико-ферментативному способу. В работе использовали два ферментных препарата гемицеллюлазного действия Шеарзим 500 L (850 ед. КС/см<sup>3</sup>) и Вискоферм L (600 ед. ОЦ/см<sup>3</sup>). Было установлено, что внесение ферментных препаратов данного спектра действия даже при высоких температурах позволяет получить сусло с высокими содержанием сухих веществ. Использование микробных цитаз при получении сусла по методу «холодного затириания», где максимальная температура не превышает 65 °С, также сопровождается повышением концентрации сусла, однако менее эффективно. Дополнительно было изучено влияния ферментных препаратов цитолитического действия на реологическое поведение технологических сред. Эксперименты проводили с внесением разжижающего ферментного препарата Термамил SC и дополнительным внесением Вискоферма L и Шеарзима 500 L. Полученные данные позволяют сделать вывод, что внесение ферментного препарата Вискоферм L приводит к снижению вязкости исследуемой среды, улучшая доступность полимеров зерна к действию собственных и микробных ферментов. В целом, для основания целесообразности применения ферментных препаратов гемицеллюлазного спектра действия при получении сусла из шелушенной ржи с использованием способа «холодного затириания» следует учитывать экономические аспекты производства, т. е. дополнительные затраты, связанные с покупкой ферментных препаратов, и полученный от их использования эффект.

### Авторы

*Крикунова Людмила Николаевна*, д-р техн. наук, доцент;  
*Томгорова Светлана Михайловна*, канд. техн. наук;  
*Лазарева Ирина Валерьевна*, канд. техн. наук  
ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 119021, Москва, ул. Россолимо, 7, institute@vniinapitkov.ru

## Preparation of the Wort of Peeling Rye

### Key words

Viskoferm L; rye; methods of preparing wort; Termamyl SC; removing the upper layers of the grain; enzyme preparations; Shearzim 500 L.

### Abstract

The rye is a term cereal for use in the fermentation industries, due to the low cost and high yield of extract. However, its complex chemical composition does not always meet the requirements of manufacturers, and requires a deliberate change. One such method was proposed for partial removal of the upper peripheral layers of the grains constituting up to 5%. Prepared according to the method, the grain allows the use of softer modes of processing that allows to reduce energy costs, simplify the technological scheme of production, reduce the loss. The aim of this work was research on the preparation of rye wort from shelled grain by the method of “cold rubbing” and the mechanical-enzymatic method. The study used two enzyme preparation hemicellulase action Shearzim 500 L and Viskoferm L. It was found that the introduction of enzyme preparations of this spectrum, even at high temperatures will allow you to obtain a wort with a high solids content. The use of microbial citas upon receipt of the wort by the method of “cold rubbing”, where the maximum temperature does not exceed 65 °C, also accompanied by an increase in the concentration of the wort, but less effectively. In addition, it was studied the effect of the enzyme preparations cytolytic action on the rheological behavior of the process media. The experiments were carried out with the introduction of diluting the enzyme preparation Termamyl SC and the application Viskoferm L and Shearzim 500 L. The obtained data allow to conclude that the introduction of an enzyme preparation of Viskoferm L leads to a decrease in the viscosity of the test medium, improving the accessibility of the biopolymers of the grain to the action of its own and microbial enzymes. In general, for base the feasibility of using enzyme preparations hemicellulase spectrum upon receipt of wort from rye using the “cold rubbing” should consider the economic aspects of production, i. e. the additional costs associated with buying enzyme products, and effect obtained from their using.

### Authors

*Krikunova Ludmila Nickolaevna*,  
Doctor of Technical Science, Associate Professor;  
*Tomgorova Svetlana Mikhailovna*, Candidate of Technical Science;  
*Lazareva Irina Valerievna*, Candidate of Technical Science  
All-Russian Research Institute of Brewing,  
Beverage and Wine Industries,  
7 Rossolimo St., Moscow, 119021, Russia, institute@vniinapitkov.ru