

УДК 661.722

Перспективность применения пшеницы сорта Ленинградская 6 в технологии этилового спирта

А.А. Токбаева, К.А. Сацюк, Синьтун Чэн
канд. техн. наук **А.С. Устинова**, alisa.ustinova@list.ru,
канд. техн. наук **Н.В. Баракова**, barakova@corp.ifmo.ru

*Университет ИТМО
191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

Исследовали перспективность применения нового сорта пшеницы в технологии этилового спирта. Объектом исследования служил сорт пшеницы Ленинградская 6, разработчиком и патентообладателем которого является Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка». С 2010 года этот сорт (влажность 14,0%, крахмалистость 56,0%, содержание белка 12,2%) включен в государственный регистр и рекомендован к выращиванию в Ленинградской области. Перспективность его применения в технологии этилового спирта оценивали по крепости бражки, количеству несброженных углеводов и нерастворенного крахмала, выходу спирта. В качестве объекта сравнения служила пшеница, выращенная на Алтае (влажность 13,2%, крахмалистость 53,0%, содержание белка 11,0%). Степень измельчения зерна составляла проход через сито диаметром 1 мм 52 и 50%, гидромодуль замеса – 1:3, осахаренное сусло готовили по традиционной низкотемпературной схеме с добавлением ферментных препаратов разжижающего действия – Дистицим БА-Т Специал, содержащий термостабильную амилазу (0,3 ед АС/г крахмала); Дистицим GL, содержащий ксиланазу (0,5 ед КС/г сырья). Осахаривание сусла производили с использованием ферментного препарата Дистицим АГ, содержащего глюкоамилазу (7,0 ед ГЛС/г крахмала). Для гидролиза белка и получения дополнительного азотистого питания для дрожжей вносили ферментный препарат Дистицим Протацид Экстра (0,2 и 0,8 ед. ПС/г сырья). Для сбраживания сусла вносили реактивированные сухие спиртовые дрожжи «Фермиол». Определение физико-химических показателей сусла и зрелой бражки проводили по стандартным методикам, применяемым в спиртовом производстве. Получена бражка крепостью 10,0 об.%, выход спирта составил 66,24 мл/100 г крахмала; из пшеницы, выращенной на Алтае была получена бражка крепостью 9,0 об.%, выход спирта – 65,73 мл/100 г крахмала, что соответствует нормам, установленным для спиртовых заводов. Внесение ферментного препарата протеолитического действия в осахаренное сусло из пшеницы Ленинградская 6 увеличило выход спирта в среднем до 70,31 дал/т крахмала.

Ключевые слова: спиртовая промышленность; этиловый спирт; пшеница; Ленинградская 6; ферментные препараты; выход спирта.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-4-95-101

The prospects of application of Leningradskaya 6 wheat in ethyl alcohol technology

Asemgul' A. Tokbaeva, Kseniya A. Satsyuk, Xintong Cheng
Ph. D. **Alisa S. Ustinova**, alisa.ustinova@list.ru
Ph. D. **Nadezhda V. Barakova**, barakova@corp.ifmo.ru

*ITMO University
9, Lomonosov str., St. Petersburg, 191002, Russia*

The prospects of using a new variety of wheat in ethyl alcohol technology were investigated. The object of study was the Leningradskaya 6 wheat variety. The developer and patent holder are Leningrad Scientific Research Institute of Agriculture "Belogorka." Since 2010, the variety is included in the state register and recommended for cultivation in the Leningrad region. The chemical composition of wheat is as follows: 14% of moisture content, 56.0% of starch content, and 12.2% of protein. The prospects of using Leningradskaya 6 in the technology of ethyl alcohol was evaluated by the strength of the mash, the concentration of unfermented carbohydrates, the amount of undissolved starch, and the yield of ethanol. Wheat grown in Altai was chosen as an object of comparison. The chemical composition of wheat is: 13.2% of moisture content, 53.0% of starch content, and 11% of protein. The degree of grain refinement was a passage through a sieve with a diameter of 1 mm 52% and 50%, the mixing ratio was 1:3, the saccharified wort was prepared according

to the traditional low-temperature scheme with the addition of enzymatic preparations of a fluidizing effect – Distizym BA-T Special – containing thermostable amylase (0.3 units/g of starch); and Xylanase-containing Distizym GL (0.5 units/g of raw material). Wort saccharification was carried out using Distizym AG enzyme preparation containing glucoamylase (7.0 units/g of starch). For hydrolyzation of the protein and obtaining additional nitrogen nutrition for the yeast Distizym Protoacid Extra enzyme preparation (0.2–0.8 units/g of raw material) has been added. The fermentation of the wort was performed using Fermiol distiller yeasts. Determination of the physicochemical parameters of the wort and the fermented wash was carried out according to standard methods used in the alcohol industry. As a result of the experiments a wash was obtained for Leningradskaya 6 variety with the following characteristics: alcohol content in the distillate – 10.0 vol.%, and alcohol yield – 66.24 ml/100g of starch. For the wheat of the Altai region alcohol content in the distillate was 9,0% and alcohol yield was 65.73 ml/100 g of the starch, which complies with the standards established for distilleries. The addition of a proteolytic enzyme preparation into the saccharified wort from Leningradskaya 6 wheat increased the yield of alcohol up to 70.00 dal/tn of starch on the average.

Keywords: alcohol industry; ethyl alcohol; wheat; Leningradskaya 6; enzyme preparations; alcohol yield.

Введение

Большинство заводов по получению этилового спирта расположены в центральном и южном регионах России, что связано с благоприятными почвенно-климатическими условиями для произрастания большинства сортов пшеницы – основной и наиболее часто используемой в спиртовом производстве зерновой культуры. Климатические условия северо-запада России не позволяют в полной мере использовать весь потенциал зерновых культур для производства из них спирта. Селекционерами Ленинградского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Белогорка» методом индивидуального отбора из гибрида второго поколения 9RALL (ФРГ) x Ленинградская 88 (СЗНИИСХ) был выведен новый сорт пшеницы Ленинградская 6. Данный сорт не только приспособлен к условиям выращивания на территории северо-запада России [1, 2], но и по своему химическому составу (влажность 14,0%, содержание крахмала 56,0%, содержание белка 12,2%) перспективен для получения этилового спирта.

Сегодня Северо-Западный регион России испытывает высокую потребность в этиловом спирте (заводы по производству ликероводочных изделий, фармацевтические компании, предприятия по выпуску косметических средств, химической промышленности). В Ленинградской области планируется строительство Высоцкого зернового терминала, включающего в себя морской терминал с пропускной способностью 4 млн тонн в год и предприятие по глубокой переработке пшеницы и производству пшеничного глютена, нативного крахмала, глюкозо-фруктозного сиропа и комовых добавок в объеме до 200 тысяч тонн в год. Технологии, которые будут там применяться, предполагают высокие требования к качеству перерабатываемого сырья, в частности по количеству и качеству клейковины [3].

Зарубежный опыт показывает, что в технологии комплексной переработки пшеницы предлагаются схемы, по которым часть перерабатываемого зерна в зависимости от качества поступает на производство этилового спирта или биоэтанола, а часть пшеницы поступает на производство клейковины, крахмала фракций А и Б, глюкозных сиропов и т.д. в зависимости от качества получаемого сырья [4]. Применение такой схемы глубокой переработки пшеницы позволяет гибко и рентабельно решать вопросы, возникающие из-за нестабильности качественных показателей поступающего на производство сырья [5, 6].

При разработке технологической схемы производства спирта из зернового сырья [7] необходимо учитывать все инновационные подходы, которые были накоплены в процессе проведения многочисленных научных исследований: применение низкотемпературной схемы переработки зерна [8]; проведение глубокой деструкции зерна, в том числе с применением ферментных препаратов [9]; дополнительное внесение ферментных препаратов протеолитического действия с целью повышения бродительной активности спиртовых дрожжей [10].

Цель данной работы – оценить эффективность применения нового сорта пшеницы Ленинградская 6 в технологии этилового спирта.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась пшеница сорта Ленинградская 6, выращенная на территории опытной станции Ленинградского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Белогорка». Химический состав пшеницы: влажность 14,0%, крахмалистость 56,0%, содержание белка 12,2%. В качестве объекта сравнения использовали пшеницу, произрастающую на Алтае. Химический состав пшеницы: влажность 13,2%; крахмалистость 53,0%, содержание белка 11,0%.

Для сбраживания осахаренного суслу применялись дрожжи сухие спиртовые «Фермиол» производства DSM Food Specialties B.V. (Нидерланды).

В ходе проведения исследования на разных стадиях приготовления суслу применялись ферментные препараты, производимые фирмой ERBSLOEN: Дистицим БА-Т Специал (продуцент *Bacillus Icheniformis stearothermophilus*, основной фермент α -амилаза, активность 950 едАС/мл); Дистицим АГ (продуцент *Aspergillus niger*, основной фермент глюкоамилаза, активность 6500 ед. ГлС/мл; Дистицим GL (продуцент *Trichoderma Longibrachiatu*, основной фермент ксиланаза, активность 750 ед КС/мл); Дистицим Протацид-Экстра (продуцент *Asergillus niger*, основной фермент кислая протеаза, активность 320 ед ПС/мл).

Пшеницу сорта Ленинградская 6 и пшеницу, выращенную на Алтае, измельчали на лабораторной мельнице. Гранулометрический состав зерновых помолов определяли ситовым анализом. Степень измельчения пшеницы составила: для пшеницы сорта Ленинградская 6 проход через сито диаметром 1 мм – 52%; для пшеницы, выращенной на Алтае – 50%.

Выбор гидромодуля замеса и режимов водно-тепловой обработки проводили согласно рекомендациям, предусмотренным Типовым регламентом производства спирта из крахмалсодержащего сырья, применяемым в спиртовом производстве [8].

В воду, прогретую до температуры 50°C, вносили ферментные препараты: Дистицим БА-Т Специал, содержащий термостабильную α -амилазу разжижающего действия (доза внесения 0,3 ед. АС/г крахмала); Дистицим GL, содержащий ксиланазу (доза внесения 0,5 ед. КС/г сырья). После внесения ферментных препаратов в воду вносили навески измельченного сырья. Помолы смешивали с водой в соотношении 1:3. Время выдержки замеса при этой температуре составляло 30 мин. После этого температуру замесов повышали до 70°C и замес выдерживали в течение 1,5 ч. Затем температуру повышали до 90°C и выдерживали замес в течение 1 ч. Для осахаривания суслу вносили ферментный препарат Дистицим АГ, содержащий глюкоамилазу (доза внесения 7 ед/г крахмала). Осахаривание проводили при температуре 60°C в течение 0,5 ч. По окончании осахаривания, сусло, приготовленное из пшеницы сорта Ленинградская 6, разделяли на три равные части. В контрольный образец ферментный препарат Дистицим Протацид Экстра, содержащий кислую протеазу, не вносили; во второй и третий образцы Дистицим Протацид Экстра вносили в количестве 0,2 ед. и 0,8 ПС/г сырья соответственно. В сусло, приготовленное из пшеницы, выращенной на Алтае, препарат протеолитического действия не вносили. Сбраживание осахаренного суслу проводили сухими спиртовыми дрожжами «Фермиол» (доза внесения дрожжей: 1 г на 1 дм³ суслу). Регидратацию сухих дрожжей проводили в течение 10 мин при температуре воды 33–35°C и затем вносили в сусло. Брожение проводили при температуре 30°C в течение 72 ч.

Определение крахмалистости зерна проводили согласно ГОСТ Р 52934-2008 «Зерновое крахмалсодержащее сырье для производства этилового спирта».

Массовую долю влаги в зерне и помоле определяли экспресс-методом на влагомере Элекс-7. Сущность метода заключается в высушивании массы навески до постоянной массы [8].

Определение массовой доли сухих веществ в гидролизатах зерновых помолов, осахаренном сусле осуществляли рефрактометрическим методом на рефрактометре ИРФ-454Б2М [8].

Объемную концентрацию спирта в зрелой бражке определяли в бражном дистилляте. Объемную концентрацию спирта определяли с помощью ариометра АСП-1 для спирта в полученном дистилляте, доведенном до объема бражки [11].

Подсчет количества дрожжевых клеток в сбраживаемом сусле проводился в счетной камере Горяева [9].

Концентрацию растворимых сбраживаемых углеводов, суммарное содержание сбраживаемых углеводов, несброженных углеводов и концентрации нерастворенного крахмала находили колориметрическим антроновым методом; измерение оптической плотности проводили на фотоэлектроколориметре КФК-3 [11].

Расчет выхода спирта производился по формуле

$$B = \frac{m_{бр} \cdot V_{сп}}{m_{кр}},$$

где $m_{бр}$ – вес зрелой бражки, г;

$V_{сп}$ – объемная концентрация спирта в зрелой бражке, %;

$m_{кр}$ – вес крахмала сырья, г.

Количество выделяемого в процессе брожения диоксида углерода определяли весовым методом по уменьшению массы бражки.

Математическую обработку полученных результатов проводили методом ANOVA с помощью программы Origin Pro 2015.

Результаты и их обсуждение

Применение низкотемпературной схемы разваривания крахмалсодержащего сырья в технологии этилового спирта (разваривание крахмала при температуре ниже 100°C) должно сопровождаться высокой степенью деструкции зернового сырья [11]. И хотя степень деструкции зерна в данных исследованиях была не столь высока как требуется, составив для пшеницы, выращенной на Алтае, проход через сито диаметром 1 мм 50%, а для Ленинградская 6 – 52%, разваривание крахмала в процессе водно-тепловой обработки и выход сухих веществ прошли достаточно эффективно, о чем свидетельствуют концентрация сухих веществ в осахаренном сусле – 20,3% в сусле, приготовленном из Ленинградская 6, и 20,5% в сусле, приготовленном из пшеницы, выращенной на Алтае. Для гидромодуля 1:3 это хороший результат [12], и объяснить его можно тем фактом, что на стадии водно-тепловой обработки замеса был использован комплекс ферментных препаратов: для гидролиза крахмала Дистицим БА-Т Специал и гидролиза некрахмалистых полисахаридов Дистицим GL. Полученные результаты подтверждают эффективность применения ферментных препаратов на стадии разваривания зернового сырья [13].

Таблица 1 – Показатели осахаренного зернового сусла

Table 1. Characteristics of saccharified grain wort

Наименование зерна	Содержание сухих веществ, %	Количество растворимых углеводов, г/100см ³
пшеница, выращенная на Алтае	20,5	14,4
Ленинградская 6	20,3	13,8

Процесс сбраживания зернового сусла зависит от многих факторов [14], в том числе от азотистого состава сусла [15]. Для получения дополнительного питания для дрожжей в сусле, полученное из пшеницы Ленинградская 6, был внесен ферментный препарат Дистицим Протацид Экстра. Оценка физиологического состояния дрожжей: прирост биомассы и бродильную активность дрожжей определяли по количеству общих клеток и количеству выделяющегося диоксида углерода в процессе брожения и по крепости бражки и выходу спирта на конец брожения.

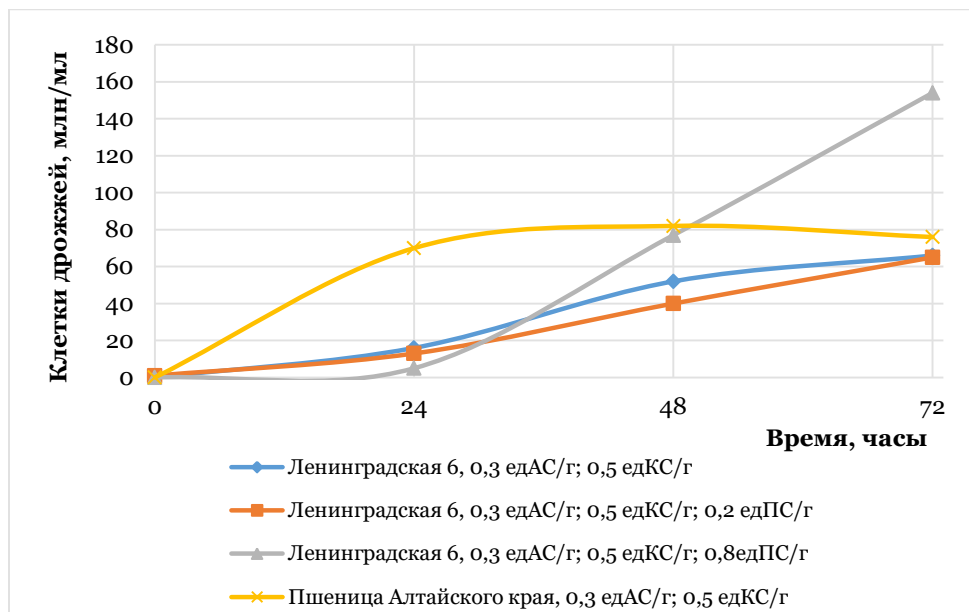


Рисунок 1 – Динамика накопления дрожжей в сброживаемом сусле
 Figure 1. Dynamics of yeast accumulation in fermented wort

Из графиков, представленных на рисунке 1, было установлено влияние протелитического ферментного препарата, содержащего кислую протеазу, на количество дрожжевых клеток. Максимальное количество клеток было получено на 72 ч брожения в бражке, полученной из пшеницы Ленинградская 6 с добавлением ферментного препарата Дистицим Протагид Экстра в количестве 0,8 ед. ПС/г сырья, общее количество дрожжевых клеток составляло 154 млн/мл. То, что процесс брожения наиболее активно проходил в этом сусле, свидетельствует и количество диоксида углерода, выделяющегося в процессе брожения (рисунок 2).

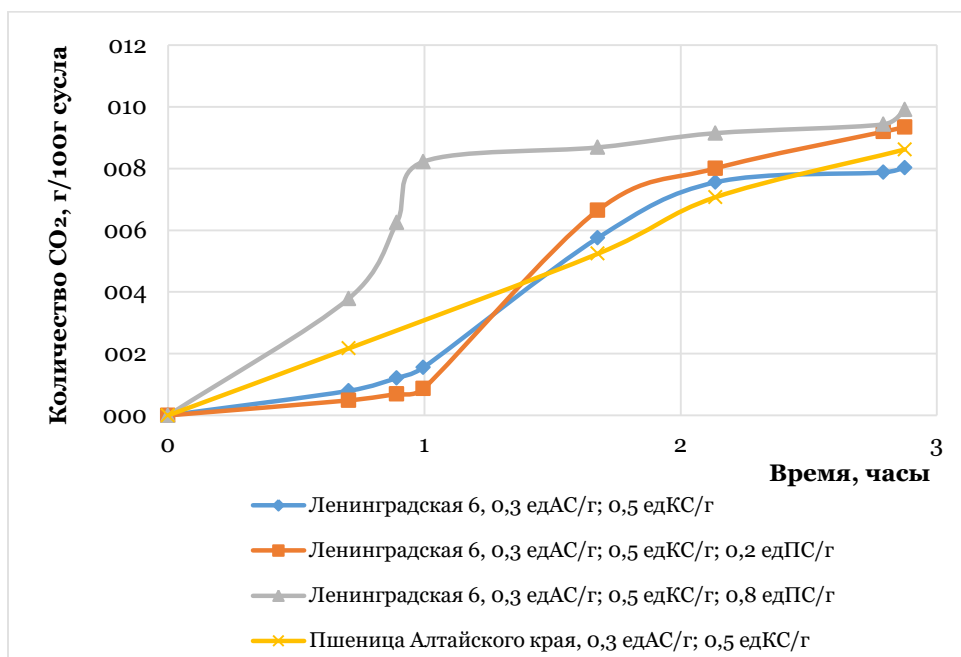


Рисунок 2 – Динамика количества образованного CO₂ в сброживаемом сусле при дозе внесения α-амилазы 0,3 ед. АС/г крахмала и дозы внесения ксиланазы 0,5 ед. КСг сырья
 Figure 2. Dynamics of CO₂ generation in fermented wort at the dosage of amylase introduction of 0.3 units/g of starch and the dosage of xylanase introduction of 0.5 units/g of raw materials

Из графиков, представленных на рисунке 2, следует, что бродильная активность дрожжей была в сусле, полученном из пшеницы сорта Ленинградская 6. У дрожжей в этом сусле была самая короткая лаг-фаза и фаза экспоненциального роста дрожжей также закончилась раньше и уже через 24 ч дрожжи

перешли в стационарную фазу роста [16]. Таким образом, дополнительное азотистое питание значительно повысило бродильную активность спиртовых дрожжей.

По окончании спиртового брожения был проведен анализ полученных зрелых бражек. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели спиртового брожения
Table 2. Characteristics of ethanolic fermentation

Образец	Показатели зрелой бражки				
	Содержание углеводов			Крепость, % об.	Выход спирта, мл/100 г крахмала
	С _{общ}	С _{р.у.}	С _{н.к.}		
Пшеница, выращенная на Алтае	0,66	0,34	0,27	9,0	65,73
Ленинградская 6, без внесения протеазы	0,82	0,46	0,32	10,0	66,24
Ленинградская 6 доза внесения протеазы 0,2 ед ПС/г сырья	0,79	0,44	0,26	11,0	70,31
Ленинградская 6, доза внесения протеазы 0,8 ед ПС/г сырья	0,42	0,37	0,05	11,0	69,88

Из результатов, представленных в таблице, следует, что по крепости спирта (один из основных показателей спиртового брожения) целесообразно применение нового сорта пшеницы Ленинградская 6 в технологии этилового спирта. По сравнению с пшеницей, выращенной на Алтае, крепость бражки, полученной из суслу, приготовленного из пшеницы Ленинградская 6, выше на 1 об.% и составляет 10,0 об.%. Дополнительное внесение ферментных препаратов протеолитического действия увеличило эту разницу, и крепость в бражке, полученной из пшеницы Ленинградская 6, увеличилась до 11,0 об.%.

При переработке на спирт пшеницы Ленинградская 6 выход спирта составил от 66,24 мл/100 г крахмала до 70,31 мл/100 г крахмала или 66,24 дал/т крахмала – 70,31 дал/т крахмала, что соответствует требованиям Типового регламента на производство спирта из крахмалсодержащего сырья.

Заключение

Результаты, полученные в данной исследовательской работе, обосновывают применение в технологии этилового спирта нового для северо-западного региона сорта пшеница Ленинградская 6. Применение при переработке пшеницы ферментных препаратов амилолитического, гемицеллюлазного и протеолитического действия обеспечат высокий выход спирта. Высокое содержание белка в пшенице Ленинградская 6 создает предпосылки для использования данной зерновой культуры в технологии глубокой переработки пшеницы.

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений. М.: Росинформагротех, 2019. 516 с.
2. Колесников Л.Е., Чекурова С.С., Колесникова Ю.Р. Выявление основных факторов, влияющих на структуру урожайности пшеницы и ее изменчивость в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 2. Т. 55. С. 22–28.
3. Мандреа А.Г. Производство нативной пшеничной клейковины на спиртовых предприятиях // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2004. № 2. С. 54–55.
4. Мандреа А.Г. Технология глубокой переработки пшеницы // Пищевая промышленность. 2004. № 1. С. 58–59.
5. Анисимов А.В. Перспективы глубокой переработки зерна на малых предприятиях // Аграрный научный журнал. 2019. № 2. С. 61–65.
6. Гольдштейн В. Г., Куликов Д. С., Страхова С. А. Перспективы глубокой переработки зерна пшеницы // Пищевая промышленность. 2018. № 7. С. 14–19.
7. Шаззо А.Ю., Ежова Е.В., Христюк В.Т. О глубокой переработке зерновых культур для получения этилового спирта // Пищевая индустрия. 2012. № 3. С. 22–33.

8. Типовой технологический регламент производства спирта из крахмалистого сырья. М., 1998. 78 с.
9. Баракова Н.В., Тишин В.Б., Леонов А.В. Исследование влияния ферментных препаратов на вязкость высококонцентрированных замесов из ячменя при производстве этилового спирта // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2010. №4. С. 24–26.
10. Начетова М.А., Баракова Н.В., Слозенкин Е.В. Исследование процесса сбраживания высококонцентрированного сусла из экструдированной пшеницы с использованием протеолитического ферментного препарата Дистисцим Протасид Экстра // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 2(14). С. 36–39.
11. Польшалина Г.В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производств. М.: Колос, 1999. 336 с.
12. Черепов С.В. Совершенствование технологии этилового спирта путем оптимизации процессов измельчения и разваривания зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Майкоп, 2014. 24 с.
13. Крикунова Л.Н., Стребкова О.С., Гернет М.В. Режимы и технологические параметры получения и сбраживания осахаренного сусла из ИК обработанного зерна пшеницы. Часть I. Стадия получения сусла // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. №9. С.60–63.
14. Сумина Л.И., Крикунова Л.Н. Влияние углеводного состава сусла на развитие спиртовых дрожжей // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2013. № 1. С. 10–20.
15. Умаров Б.Р., Хусанов Т.С. Накопление белка у дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* в различных фазах роста // Вестник Прикаспия. 2014. №3. С. 27–29

References

1. The state register of selection achievements allowed for use. V.1. *Plant Varieties*. Moscow, Rosinformagroteh Publ., 2019. 516 p. (In Russian).
2. Kolesnikov L.E., Chekurova S.S., Kolesnikova Yu.R. Identification of the main factors affecting the structure of wheat productivity and its variability in the conditions of the Leningrad region. *Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University*. 2019, V. 55, no. 2, pp. 22–28 (In Russian).
3. Mandrea A.G. Production of native wheat gluten in alcohol enterprises. Production of alcohol and alcoholic beverages. 2004, no. 2, pp. 54–55 (In Russian).
4. Mandrea, A.G. Technology of deep processing of wheat. *Food Industry*. 2004, no. 1, pp. 58–59 (In Russian).
5. Anisimov A.V. Prospects of deep processing of grain on small enterprises. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019, no. 2, pp. 61–65 (In Russian).
6. Goldstein V.G., Kulikov D.S., Strakhova S.A. Prospects of deep processing of wheat grain. *Food Industry*. 2018, no. 7, pp. 14–19 (In Russian).
7. Shazzo A.Y., Yezhova E.V., Khristyuk V.T. About the deep processing of grain crops to produce ethyl alcohol. *Food Industry*. 2012, no. 3, pp. 22–33 (In Russian).
8. Standard Technological Regulations for the Production of Alcohol from Starch Raw Materials. Moscow, 1998. 78 p. (In Russian).
9. Barakova N.V., Tishin V.B., Leonov A.V. Investigation of the effect of enzyme preparations on the viscosity of highly concentrated batches from barley in the production of ethyl alcohol. *Manufacture of Alcohol Liqueur & Vodka Products*. 2010, no. 4, pp. 24–26 (In Russian).
10. Nachetova M.A., Barakova N.V., Slozenikin E.V. Investigation of the fermentation process of highly concentrated extruded wheat wort using the proteolytic enzyme preparation Dysticim Prototsid Extra. *Processes and Food Production Equipment*. 2012, no. 2(14), pp. 36–39 (In Russian).
11. Polygalina G.V. *Technochemical control of alcohol and distillery*. Moscow, Kolos Publ., 1999. 336 p. (In Russian).
12. Cherepov S.V. Improving the technology of ethyl alcohol by optimizing the processes of grinding and digestion of grain. *Extended abstract of candidate's thesis*. Maykop, 2014, 24 p. (In Russian).
13. Krikunova L.N., Strebkova O.S., Gernet M.V. Regimes and technological parameters of obtaining and fermentation of saccharified wort from IR-treated wheat. Part I. The stage of obtaining wort. *Storage and Processing of Farm Products*. 2007, no. 9, pp. 60–63 (In Russian).
14. Sumina L.I., Krikunova L.N. The effect of the carbohydrate composition of the wort on the development of alcohol yeast. *Manufacture of Alcohol Liqueur & Vodka Products*. 2013, no. 1, pp. 10–20 (In Russian).
15. Umarov B.R., Khusanov T.S. Protein accumulation in *Sacharomyces cerevisiae* yeast in various growth phases. *Herald of Priksapiya*. 2014, no. 3, pp. 27–29 (In Russian).

Статья поступила в редакцию 05.11.2019