

Выбор ферментных препаратов и температурно-временных режимов водно-тепловой и ферментативной обработки при разработке комплексной технологии переработки зернового сырья

Наталья В. Зуева	¹	nataspirt30@yandex.ru
Геннадий В. Агафонов	¹	gvagafonov@mail.ru
Маргарита В. Корчагина	¹	rita.korchagina.97@mail.ru
Александр Н. Долгов	¹	
Алла Е. Чусова	¹	hycovai@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. В статье проведены исследования по выбору ферментных препаратов амилолитического действия, предназначенных для получения крахмалистого суслу с повышенным содержанием сухих веществ после выделения из него клейковины. Также была проведена сравнительная характеристика основных показатели качества бражки, полученной по предполагаемой и классической технологии, варьируя дозировки осаживающих ферментных препаратов от 2 до 8 ед. ГЛА/г. условного крахмала. Изучен процесс сбраживания концентрированного суслу в зависимости от дозировки осаживающего ферментного препарата Бюзим 800 L.

Ключевые слова: ферментные препараты, сусло, клейковина, комплексная технология, бражка

Selection of enzyme preparations and temperature-time regimes of water-heat and enzymatic treatment in the development of complex technology of processing of grain raw materials

Natalia V. Zueva	¹	nataspirt30@yandex.ru
Gennady V. Agafonov	¹	gvagafonov@mail.ru
Margarita V. Korchagina	¹	rita.korchagina.97@mail.ru
Alexander N. Dolgov	¹	
Alla E. Chusova	¹	hycovai@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The article studies the selection of enzyme preparations of amilolitesky action intended for receiving a starchy mash with the increased content of solids after release of gluten from it are conducted. Also comparative characteristic of the main indicators of quality of the distiller's beer received on estimated and classical technology was carried out, varying dosages of osakharivayushchy fermental medicines from 2 to 8 units of GLA/g of conditional starch. Process of a sbrzhivaniye of the concentrated mash depending on a dosage of the osakharivayushchy fermental medicine Biozim 800 L is studied.

Keywords: enzymes, mash, gluten, complex technology, distiller's beer

Введение

Среди приоритетных направлений развития спиртовой отрасли на первое место в настоящее время выдвигаются разработки по созданию энерго- и ресурсосберегающих технологий получения этанола из зерна. Для получения и сбраживания осаживающего зернового суслу необходимо крахмал и другие компоненты сырья перевести в растворённое состояние. Выбор режимов и технологических параметров получения осаживающего суслу при разработке новых технологий получения этанола базируется на

экономических и аппаратно-технологических аспектах производства и во многом определяется свойствами перерабатываемого сырья [1–6].

В связи с этим необходимость в разработке новых технологий, которые учитывают состав белковых веществ и некрахмальных соединений различных видов зернового сырья с целью эффективности биоконверсии всех составных частей зерна, позволяющих не только интенсифицировать процесс спиртового брожения и увеличить выход спирта, но и получать дополнительно кормовые белковые продукты, является своевременной и актуальной.

Для цитирования

Зуева Н.В., Агафонов Г.В., Корчагина М.В., Долгов А.Н., Чусова А.Е. Выбор ферментных препаратов и температурно-временных режимов водно-тепловой и ферментативной обработки при разработке комплексной технологии переработки зернового сырья // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 112–119. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-112-119

For citation

Zueva N.V., Agafonov G.V., Korchagina M.V., Dolgov A.N., Chusova A.E. Selection of enzyme preparations and temperature-time regimes of water-heat and enzymatic treatment in the development of complex technology of processing of grain raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 112–119. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-1-112-119

Материалы и методы

В спиртовом производстве существует два способа получения сусла: разваривание сырья под давлением и механико-ферментативная обработка.

Стандартный способ механико-ферментативной обработки предусматривает: смешивание сырья (пшеничный помол, характеризующийся 90–95% проходом через сито $d = 1,0$ мм) с водой при гидромодуле 1:3, внесение ферментного препарата разжижающего действия (в дозировке 1,5–2,0 ед. АС/г условного крахмала сырья), нагрев замеса до температуры 50 °С и выдержку в течение 30 мин (пауза 1). Затем повышение температуры до 70–75 °С. Смесь выдерживают при данной температуре с перемешиванием среды в течение 2–2,5 ч (пауза 2). Затем идет обработка замеса при температуре 80–95 °С и длительности 60 мин (пауза 3). Полученную разваренную массу охлаждают до температуры осахаривания 56–58 °С, вносят ферментный препарат осахаривающего действия (в дозировке 6,0 ед. Гл С/г условного крахмала сырья), массу при данной температуре выдерживают в течение 30 мин (пауза 4).

Этот способ позволяет получить спирт по низкотемпературным режимам разваривания с минимальными потерями. Он был выбран для получения концентрированного сусла путем смешивания А-крахмала и В-крахмала. Процесс получения сусла заключался в следующем: освобожденное от примесей увлажненное зерновое сырье дробили и просеивали на трехпозиционном расसेве, отделяя отруби. При этом проход через сита диаметром 0,16–0,25 мм должен составлять не менее 85–100%. Полученную муку смешивали с подогретой до 50 °С водой в соотношении 1,5:1,0, вносили целлюлолитический

ферментный препарат «Висколаза» в дозировке 0,01% к массе целого зерна. Ферментный препарат содержит в своем составе β -глюканазу, ксиланазу и целлюлазу, которые обеспечивают эффективный гидролиз некрахмальных полисахаридов: целлюлозы и гемицеллюлозы, а также оболочек и клеточных стенок сырья. Замес гомогенизировали, после чего полученную суспензию в гидроциклонах разделяли на два потока. Первый поток содержит А-крахмал и пищевые волокна, второй поток – глютен, В-крахмал, пентозаны и растворимые белки. А-крахмал промывали, глютен и В-крахмал разделяли с одновременной промывкой на барабанных ситах, выделенный глютен высушивали.

Были проведены исследования по выбору ферментных препаратов разжижающего и осахаривающего действия; изучена возможность снижения их норм дозировок; подобраны оптимальные температурно-временные режимы водно-тепловой и ферментативной обработки.

На начальном этапе осуществляли подбор ферментных препаратов амилолитического действия, предназначенных для получения крахмалистого сусла с повышенным содержанием сухих веществ после выделения из него клейковины.

Все жидкие потоки, образующиеся в процессе извлечения клейковины, направляли на ферментацию в спиртовое производство. При этом содержание сухих веществ сусла составляет 20–24% масс.

Были использованы два ферментных препарата разжижающего действия, которые являются термостабильными (рисунок 1, 2). Эксперименты проводились на двух образцах сусла, результат биохимических показателей которых представлен в таблице 1.

Таблица 1.
Показатели качества осахаренного сусла в зависимости от дозировок амилолитических ферментных препаратов разжижающего действия

Table 1.
The indicators of the quality of saccharified wort depending on the dosages amilli actual enzyme preparations razzia-super action

Ферментный препарат Enzyme	Содержание СВ сусла Wort WD	Дозировка ФП, ед. АС/г условного крахмала Enzyme dosages	Содержание в сусле Content in wort			Аминный азот, мг/100 см ³ Amine nitrogen, mg/100 ml	Видимая доброкачественность, % The visible purity, %
			СВ, % мас. DM, wt. %	ОПВ, г/100 см ³ ODS, g/100 ml	РВ, г/100 см ³ RV, g/100 ml		
Thermofarm 3500L	16–18%	2	17,8	12,5	8,6	13,4	68,8
		0,5	23,8	13	7,6		58,5
	0,7	15,41		10,2	66,1		
	1	20,63		17,6	85,3		
	1,2	21,08		18,1	85,86		
	1,5	21,12	18,3	85,9			
Termamyl 120L	16–18%	2	17,6	12,5	8,5	13,2	68,0
		0,5	23,5	11	7,0		58,3
	0,7	13,46		8,9	66,1		
	1	19,5		16,0	82,0		
	1,2	19,8		16,2	81,8		
	1,5	20,0	16,3	81,5			

Результаты и обсуждение

Вид препарата оказывает влияние на концентрацию сула и количество сбраживаемых углеводов при одинаковой продолжительности

механико-ферментативной обработки. На первом этапе варьировали дозировки внесения ферментных препаратов разжижающего действия от 0,5 до 2,0 ед. АС/г условного крахмала сырья.

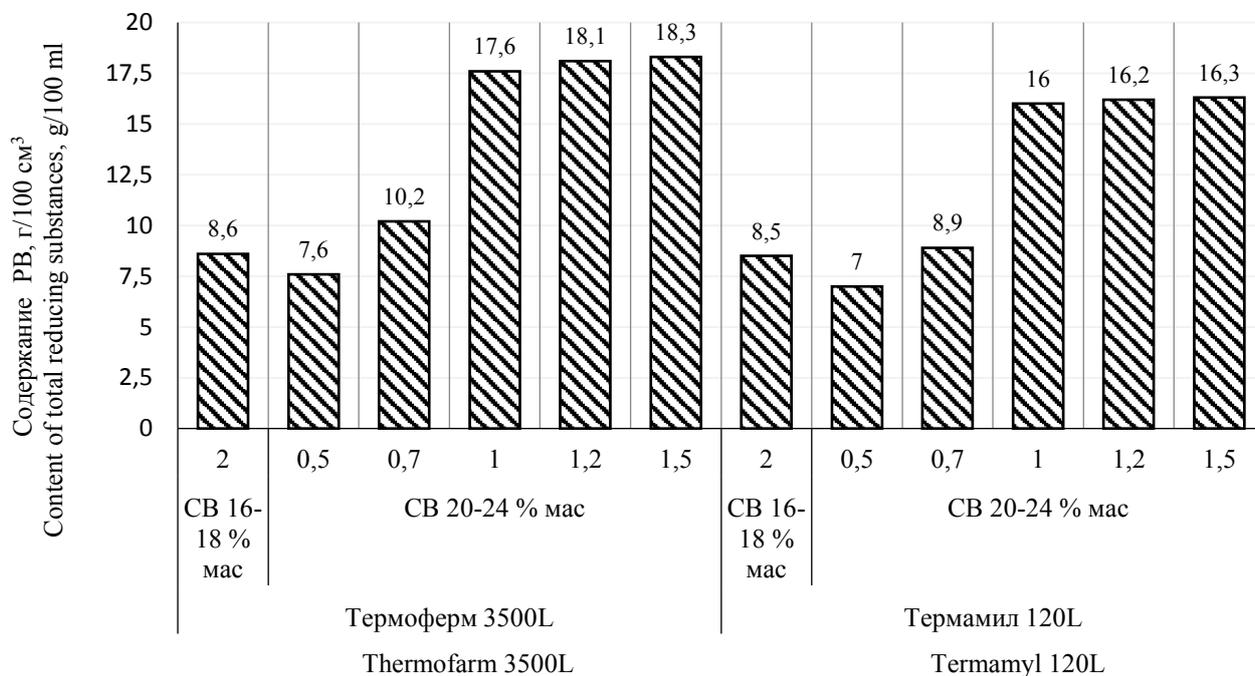


Рисунок 1. Зависимость содержания редуцирующих веществ от дозировок разжижающих ферментных препаратов
Figure 1. Dependence of the content of reducing substances on the dosages of diluting enzyme preparations

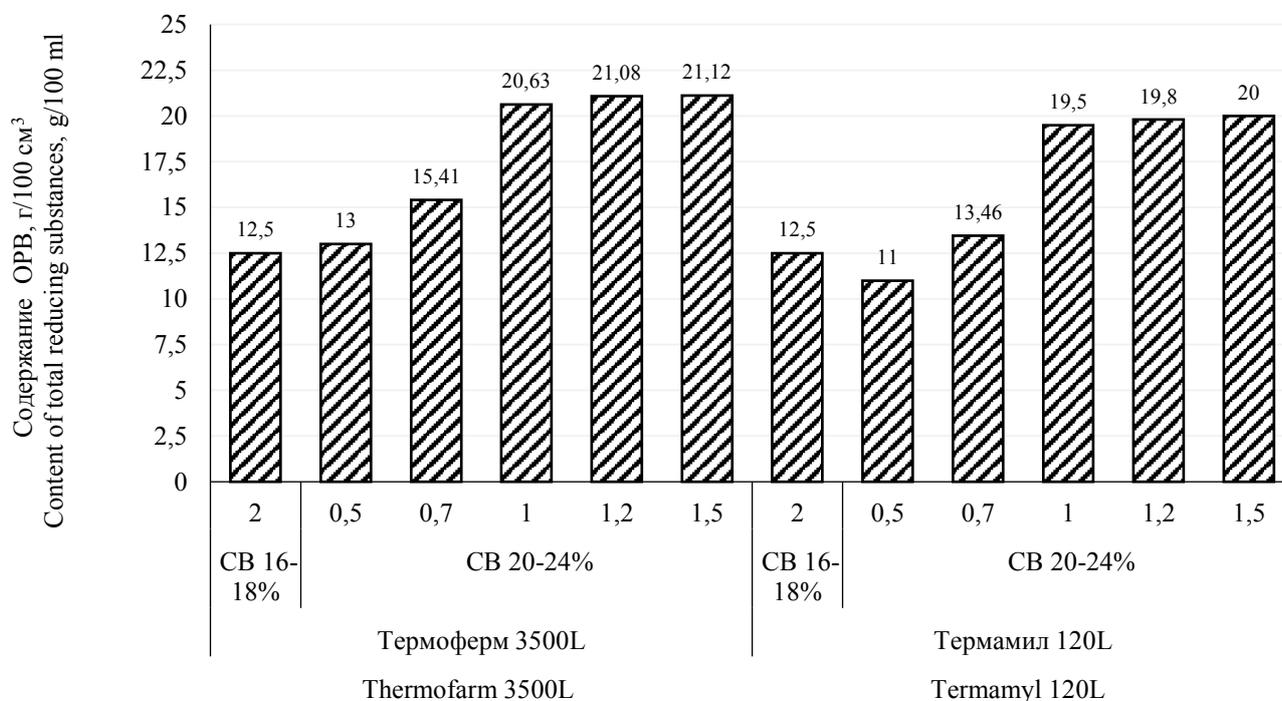


Рисунок 2. Зависимость содержания общих редуцирующих веществ от дозировок разжижающих ферментных препаратов
Figure 2. Dependence of the content of General reducing substances on the dosages of diluting enzyme preparations

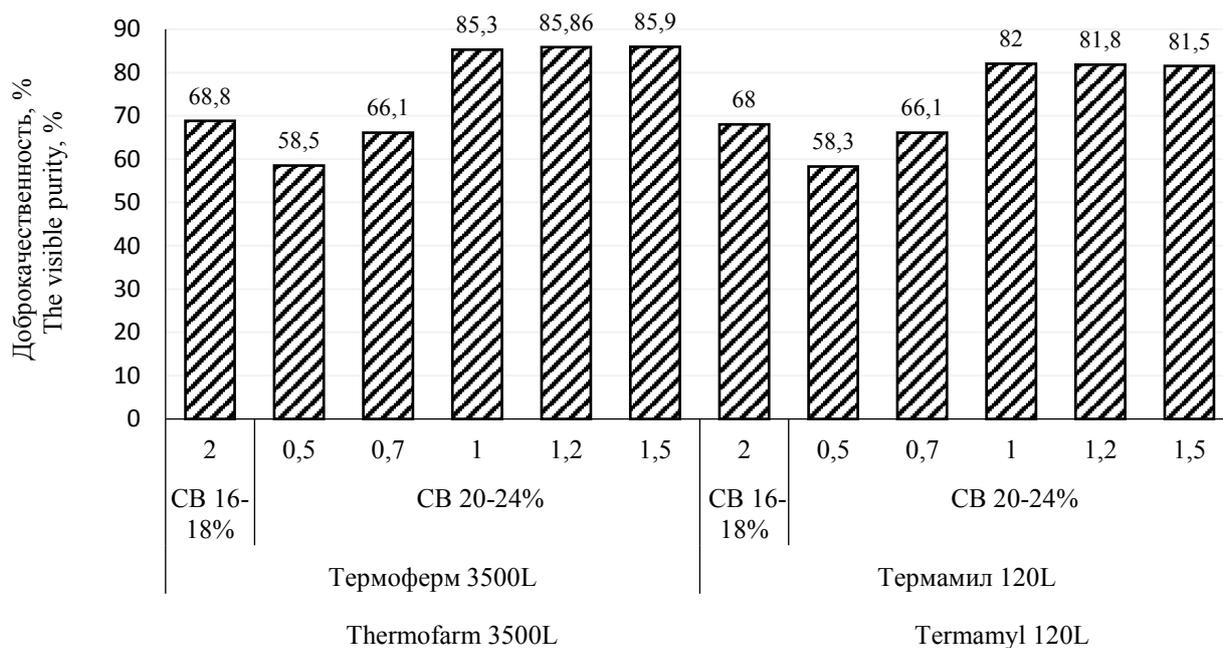


Рисунок 3. Зависимость доброкачественности сула от дозировок разжижающих ферментных препаратов
 Figure 3. The dependence of the quality of wort from the dosages of diluting enzyme preparations

Из рисунков 1–3 видно, что использование в качестве разжижающего препарата Термоферм 3500 L в дозировке 0,5 ед. АС/г условного крахмала позволяет повысить содержание общих редуцирующих веществ по сравнению с сулом, полученным по стандартной технологии, на 20–35%. Содержание редуцирующих веществ при дозировке 0,5 ед. АС/г условного крахмала составляет 13 г/100 см³, тогда как при дозировке 1 ед. АС/г у.с.к. – 20,6 г/100 см³.

Вероятно, это связано с тем, что использование целлюлолитических ферментных препаратов в технологии получения концентрированного сула интенсифицирует процесс гидролиза клеточных стенок и оболочек сырья, что улучшает доступ амилолитических ферментов к крахмалу и повышает степень его использования [7–10].

Дальнейшее увеличение дозировки ферментного препарата не приводит к значительному увеличению общих редуцирующих веществ.

При применении в качестве разжижающего ферментного препарата Термамил 120 L максимальное содержание общих редуцирующих веществ наблюдали при дозировке 1 ед. АС/г условного крахмала – 19,5 г/100 см³. При дальнейшем увеличении дозировки содержание общих редуцирующих веществ увеличилось незначительно на 1,5–2,0%.

Применение в качестве разжижающего препарата Термоферм 3500 L позволяет получить суло с максимальной концентрацией сухих веществ, сбраживаемых углеводов и восстанавливающих сахаров. При этом показатель видимой

доброкачественности сула при использовании Термоферм 3500 L составил 85,8, что превышает соответствующие значения для Термамил 120 L. Максимальное содержание аминного азота сула проявляется при использовании ферментного препарата Термоферм 3500 L при дозировке 1,0–1,2 ед. АС/г условного крахмала и составляет 17–21 мг/100 см³, тогда как при использовании ферментного препарата Термамил 120 L количество аминного азота колеблется от 16,5 до 20 мг/100 см³.

Исходя из полученных результатов ферментный препарат Термоферм 3500 L будет использован нами в качестве разжижающего при переработке концентрированного сула.

На следующем этапе работы сравнивали основные показатели качества бражки, полученной по предполагаемой и классической технологии, варьируя дозировки осахаривающих ферментных препаратов от 2 до 8 ед. ГЛА/г условного крахмала.

При температуре 56–58 °С проводили осахаривание в течение 30 мин. Использовали Биозим 800 L и Сан Супер 360 L [1].

При температуре 28–30 °С проводили сбраживание в течение 48–72 ч с использованием дрожжей расы XII. Вносили 15 млн/см³ дрожжей. Влияние изучаемых факторов на сбраживание концентрированного сула контролировали по концентрации спирта, содержанию несброженных углеводов, содержанию нерастворенного крахмала [2] (таблица 2).

Показатели качества бражки в зависимости от дозировок осажаривающих ферментных препаратов

Table 2.

Indicators of the quality of the brew depending on the dosages enzyme

Ферментный препарат Enzyme	Содержание СВ сусле Wort WD	Дозировка ферментного препарата, ед. ГЛА/Г у.к Enzyme dosages	Растворенные несброженные УВ, г/100 см ³ Dissolved unfermented hydrocarbons, g/100 ml	Нерастворенный крахмал, г/100 см ³ Undissolved starch, g/100 ml	Концентрация спирта Alcohol concentration
Биозим 800 L Biozim 800 L	16–18%	7,5	0,3	0,180	7,9
	20–24%	2	0,41	0,171	8,3
		4	0,38	0,100	8,5
		6	0,32	0,025	8,9
		7	0,29	0,090	9,1
		8	0,27	0,098	9,1
Сан Супер 360 L San Super 360 L	16–18%	7,5	0,31	0,185	7,5
	20–24%	2	0,45	0,180	7,8
		4	0,4	0,120	7,9
		6	0,35	0,030	8,5
		7	0,34	0,101	8,3
		8	0,3	0,099	8,2

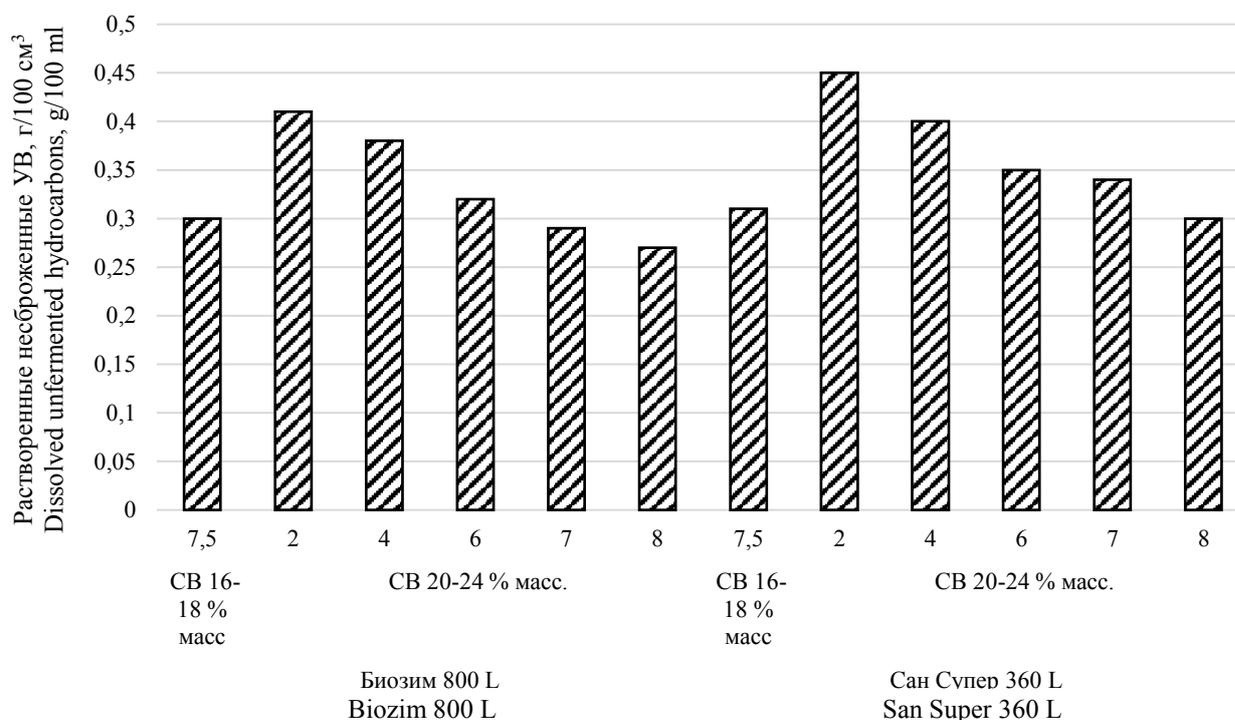


Рисунок 4. Зависимость растворенных несброженных углеводов от дозировок осажаривающих ферментных препаратов

Figure 4. The dependence of dissolved unfermented carbohydrates from the dosages enzyme

При использовании в качестве осажаривающего ферментного препарата Биозим 800 L (рисунок 4) снизилось количество растворенных несброженных углеводов с 0,41 до 0,27 г/100 см³, количество нерастворенного крахмала – с 0,171 до 0,098 г/100 см³, а концентрация спирта повысилась с 8,3 до 9,1% об.

Использование препарата Биозим 800 L дает сусле с максимальной концентрацией этанола. Так, при использовании ферментного препарата

Биозим 800 L при дозировке 7 ед. ОС/г условного крахмала концентрация спирта – 9,1% об., тогда как при использовании ферментного препарата Сан Супер 360 L при той же дозировке содержание спирта составило 8,3% об. Поэтому препарат Биозим 800 L выбран в качестве лучшего.

Снижение дозировки осажаривающего препарата Биозим 800 L с 7 ед. ГЛА на 1 т условного крахмала нормой до 4 ед. ГЛА сопровождалось ухудшением таких показателей

сула, как массовая доля сбраживаемых углеводов и восстанавливающих сахаров, хотя концентрация сухих веществ в нем при этом практически не изменялась.

Третий этап исследований был посвящен изучению процесса сбраживания концентрированного сула в зависимости от дозировки осаживающего ферментного препарата Биозим 800 L. Брожение осуществляли при температуре 28–30 °С. В процессе брожения определяли динамику выделения CO₂. Препарат Биозим 800 L, вносили в дозировке 5–8 ед. ГлА/г условного крахмала.

На рисунке 5 представлена сравнительная характеристика процесса динамики выделения CO₂, полученного с внесением Биозим 800 L.

В начале брожения (рисунок 5) имеется небольшая лаг-фаза, длящаяся около 2 ч. На ее продолжительность дозировка ферментного препарата практически не оказывает влияния.

Пробы сула ставили на брожение в емкости объемом 1,5 дм³ с гидрозатвором. Сбраживание осуществляли периодическим способом при температуре 28–30 °С. Сбраживали с использованием дрожжей расы XII (количество дрожжей составило 15 млн/см³) методом Варбурга. В двух других емкостях на 1,5 дм³ измеряли интенсивность выделения углекислого газа, где объем бродящей жидкости оставался неизменным в течение всего процесса брожения.

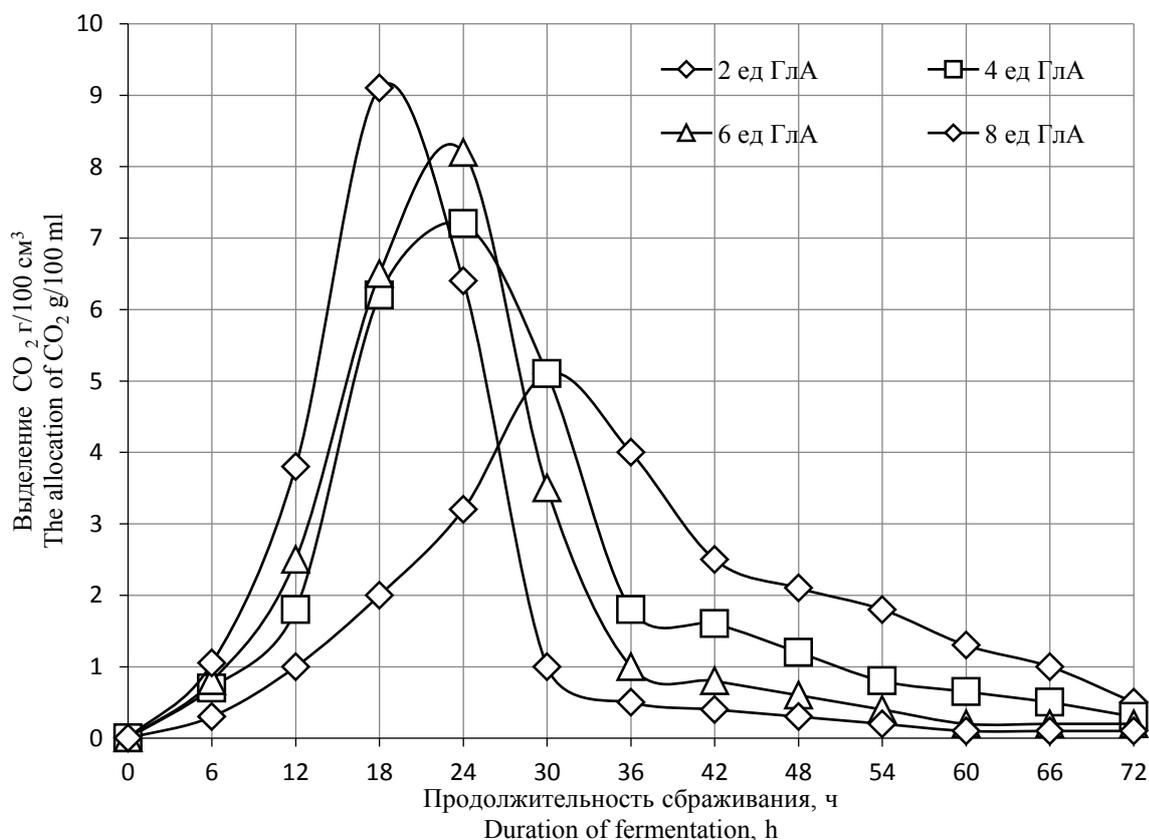


Рисунок 5. Зависимость выделения углекислого газа от продолжительности сбраживания и различных дозировок ферментного препарата Биозим 800 L

Figure 5. The dependence of the release of carbon dioxide on the duration of fermentation and different dosages of the enzyme preparation Biosim 800 L

Далее наступает более интенсивное выделение CO₂, что свидетельствует о наступлении главного брожения, при котором происходит интенсивное сбраживание углеводов, длящееся 24–26 ч. Установлено, что при использовании Биозим 800 L в дозировке 8,0 ед. ГлА/г условного крахмала брожение начинается через 18–20 ч, при дозировке 6,0 ед. ГлА/г условного крахмала – через 20–24 ч, при снижении дозировки до 2 ед. ГлА/г условного крахмала – через 30–32 ч.

Затем количество выделяющегося углекислого газа постепенно уменьшается, что говорит о наступлении стадии дображивания, которая занимает 2/3 времени брожения. При использовании ферментного препарата Биозим 800 L в дозировке 8,0 ед. ГлА/г брожение заканчивается к 55 ч. Использование препарата способствует повышению физиологической активности дрожжей и улучшению показателей сбраживания сула.

Это можно объяснить тем, что бражка обогащена водорастворимыми фракциями белка, а также аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами, что позволяет интенсифицировать процесс брожения с 72 до 54 ч, так как дрожжи обогащены дополнительным азотным питанием.

Заключение

Проведены исследования биохимических свойств продуктов и полупродуктов при разработке комплексной технологии переработки зернового сырья. Подобраны ферментные препараты различного спектра действия, а также технологические режимы водно-тепловой обработки, позволившие на 1,5 ч снизить продолжительность процесса. Изучены технологические аспекты, связанные с переработкой концентрированного суслу. Проведены исследования

ЛИТЕРАТУРА

1 Корчагина М.В., Агафонов Г.В., Зуева Н.В., Долгов А.Н. Влияние ферментных препаратов на основные показатели продуктов при разработке технологии переработки концентрированного суслу на этанол // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 191–197.

2 Корчагина М.В., Агафонов Г.В., Зуева Н.В., Левченко И.В. Перспективы разработки технологии глубокой переработки зернового сырья с получением пищевых и технических продуктов // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: материалы III Международной научно – технической конференции. 2016. С. 340.

3 Калошина Е.Н. Исследование предварительной обработки зерна пшеницы, используемого для производства этанола и кормопродукта из спиртовой барды // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 3. С. 38–42.

4 Начетова М.А., Баракова Н.В. Влияние режима внесения протеолитического ферментного препарата на параметры сбраживания высококонцентрированного суслу из экструдированной пшеницы // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2013. № 4. С. 17–19.

5 Яровенко В.Л., Маринченко В.А., Смирнов В.А. Технология спирта: учеб. пособие. М.: Колос, 2002. 464 с.

6 Rosicka-Kaczmarek J., Komisarczyk A., Nebesny E., Makowski B. The influence of arabinoxylans on the quality of grain industry products // European Food Research and Technology. 2016. V. 242. № 3. P. 295–303.

7 Szymanowska-Powalowska D., Lewandowicz G., Kubiak P., Błaszczak W. Stability of the process of simultaneous saccharification and fermentation of corn flour. The effect of structural changes of starch by stillage recycling and scaling up of the process // Fuel. 2014. V. 119. P. 328–334.

8 Radosavljevic M., Pejic J., Kocic-Tanackov S., Mladenovic D. et al. Brewers' spent grain and thin stillage as raw materials in l-(+)-lactic acid fermentation // Journal of the Institute of Brewing. 2018. V. 124. № 1. P. 23–30.

9 Ананских В.В., Чесноков В.М. Паровой смеситель для клейстеризации крахмала в разжижающей установке // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 38–42.

по определению факторов, влияющих на процесс получения концентрированного суслу по предлагаемой технологии. Установлено, что для достижения требуемых реологических характеристик суслу водно-тепловая обработка должна начинаться с 70 °С. В качестве ферментного препарата разжижающего действия рекомендован ферментный препарат Термоферм 3500 L в дозировке 1 ед. АС/г условного крахмала. Исследован процесс сбраживания концентрированного суслу в зависимости от дозровок осаживающего ферментного препарата Биозим 800 L. Выявили, что использование ферментного препарата Биозим 800 L в дозировке 8,0 ед. ГЛ/г способствует повышению физиологической активности дрожжей и улучшению показателей сбраживания суслу. Продолжительность сбраживания составила 55 ч.

10 Son C.K. Impacts of liquefaction time and enzymes on ethanol yield of very high gravity process for beverage ethanol production // Vietnam Journal of Science and Technology. 2016. V. 54. № 4A. P. 242.

REFERENCES

1 Korchagina M.V., Agafonov G.V., Zueva N.V., Dolgov A.N. The influence of enzyme preparations on the main indicators of products in the development of technology for the processing of concentrated wort on ethanol. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 191–197. (in Russian).

2 Korchagina M.V., Agafonov G.V., Zueva N.V., Levchenko I.V. Prospects for the development of technology for deep processing of grain raw materials to produce food and technical products. *Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoye, kadrovoye i informatsionnoye obespecheniye* [Food safety: scientific, personnel and information support: materials of the III International Scientific and Technical Conference]. 2016. pp. 340. (in Russian).

3 Kaloshina E.N. Study of pretreatment of wheat grain used for the production of ethanol and feedstuff from alcohol bards. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2006. no. 3. pp. 38–42. (in Russian).

4 Nachetova MA, Barakova N.V. The influence of the mode of introduction of the proteolytic enzyme preparation on the parameters of the fermentation of highly concentrated wort from extruded wheat. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdeliy* [Production of alcohol and alcoholic beverages]. 2013. no. 4. pp. 17–19. (in Russian).

5 Yarovenko V.L., Marinchenko V.A., Smimov V.A. *Tekhnologiya spirta* [Alcohol technology]. Moscow, Kolos, 2002. 464 p. (in Russian).

6 Rosicka-Kaczmarek J., Komisarczyk A., Nebesny E., Makowski B. The influence of arabinoxylans on the quality of grain industry products. *European Food Research and Technology*. 2016. vol. 242. no. 3. pp. 295–303.

7 Szymanowska-Powalowska D., Lewandowicz G., Kubiak P., Błaszczak W. Stability of the process of simultaneous saccharification and fermentation of corn flour. The effect of structural changes of starch by stillage recycling and scaling up of the process. *Fuel*. 2014. vol. 119. pp. 328–334.

8 Radosavljevic M., Pejcin J., Kocic-Tanackov S., Mladenovic D. et al. Brewers' spent grain and thin stillage as raw materials in l-(+)-lactic acid fermentation. *Journal of the Institute of Brewing*. 2018. vol. 124. no. 1. pp. 23–30.

9 Anansky V.V., Chesnokov V.M. Steam mixer for starch gelatinization in a thinning plant. *Vestnik VGUIT*

[Proceedings of the VSUET]. 2015. no. 4. pp. 38–42. (in Russian).

10 Son C.K. Impacts of liquefaction time and enzymes on ethanol yield of very high gravity process for beverage ethanol production. *Vietnam Journal of Science and Technology*. 2016. vol. 54. no. 4A. pp. 242.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Наталья В. Зуева к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nataspirt30@yandex.ru

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

Маргарита В. Корчагина магистрант, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rita.korchagina.97@mail.ru

Александр Н. Долгов студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Алла Е. Чусова к.т.н., доцент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 25.01.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.02.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Natalia V. Zueva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nataspirt30@yandex.ru

Gennady V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), professor, Technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

Margarita V. Korchagina master student, Technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rita.korchagina.97@mail.ru

Alexander N. Dolgov student, Technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Alla E. Chusova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Technologies of fermentation and sugar production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.25.2019

ACCEPTED 2.20.2019