

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ КОМПАНИИ DSM В ПРОИЗВОДСТВЕ СПИРТА

Т.М. ТАНАНАЙКО, И.К. ШРАМЯКОВА, Л.Г. СЕРГЕЕНКО,
Д.В. ХЛИМАНКОВ, А.А. ПУШКАРЬ

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

Изучена возможность применения ферментных препаратов компании DSM (Нидерланды) – Максамил ЛПХ, Амигаза ТС, Амигаза Плюс, Максазим ННП ДС, Миколаза – при производстве спирта на спиртовых предприятиях Республики Беларусь. На основании проведенных исследований установлено, что комплексы ферментных препаратов компании DSM: Максамил ЛПХ, Амигаза ТС, Амигаза Плюс, Максазим ННП ДС, Миколаза могут быть использованы для осахаривания крахмалосодержащего сырья при производстве спирта на спиртовых предприятиях Республики Беларусь. Качество ректификованного спирта «Люкс», полученного с использованием комплексов ферментных препаратов и сухих дрожжей Фермиол производства компании DSM, соответствует требованиям СТБ 1334-2003.

The opportunity of application of fermental preparations of company DSM is investigated (Nederland): Maxazyme DSX, Amigase TS, Amigase Plus, Maxazyme NNP, Micolase, by manufacture of spirit on alcoholic the enterprises of Republic of Belarus. On the basis of the lead researches it is established, that complexes of fermental preparations companies DSM: Maxazyme DSX, Amigase TS, Amigase Plus, Maxazyme NNP, Micolase can be used for saccharification starchy raw material by manufacture of spirit on spirit the enterprises of Republic of Belarus. Quality purified the spirit «Lux» received with use of complexes of fermental preparations and dry yeast Fermiol of manufacture companies DSM, corresponds to requirements SRB 1334-2003.

Введение

Спиртовая промышленность – одна из пищевых отраслей, перерабатывающая зерно методами биотехнологии на спирт и кормопродукты. Технология спирта основана на действии гидролитических ферментов, катализирующих расщепление полисахаридов зерна с образованием растворимых углеводов, которые превращаются дрожжами в этиловый спирт [1].

В настоящее время большая часть спирта в Республике Беларусь производится с использованием микробных ферментных препаратов. Можно с уверенностью констатировать, что ведущей отраслью пищевой промышленности по степени применения ферментов является именно спиртовая отрасль. В последнее время существенно расширился ассортимент осахаривающих средств на спиртовых заводах, а наличие большого многообразия ферментных препаратов различного назначения обуславливает огромное разнообразие подходов к наиболее эффективному решению вопроса их применения.

Задачи интенсификации технологических процессов решаются с помощью внедрения новых высокоактивных ферментных препаратов:

- амилолитического действия – для гидролиза крахмала и продуктов его последующего расщепления при повышенных температурах;

- протеолитического действия – для ускорения генерации дрожжей, повышения их бродильной активности, сокращения продолжительности брожения и увеличения выхода спирта;

- целлюлолитического действия – для снижения вязкости сусла, повышения доступности крахмала к действию амилолитических ферментов, увеличения выхода спирта из зерна за счет целлюлозосодержащих составных частей.

Основная часть

Целью настоящих исследований являлось изучение возможности применения ферментных препаратов компании DSM (Нидерланды) – Максамил ЛПХ, Амигаза ТС, Амигаза Плюс, Максазим ННП ДС, Ми-

колаза – при производстве спирта на спиртовых предприятиях Республики Беларусь.

Испытания данных ферментных препаратов проводились по двум наиболее широко применяемым в спиртовом производстве схемам: низкотемпературной схеме механико-ферментативной обработки крахмалосодержащего сырья и непрерывной схеме водно-тепловой переработки сырья.

В процессе испытаний по механико-ферментативной схеме была исследована возможность применения ферментных препаратов Максамил ЛПХ, Амигаза Плюс в производстве спирта. Данные препараты представляют собой отфильтрованные, концентрированные, стерильные, подвижные жидкости коричневого цвета, имеющие постоянную активность в течение всего срока годности (при выпуске партии ферментная активность может меняться в пределах 5 %), хорошо растворимые в воде и легко дозирующиеся.

Ферментный препарат Максамил ЛПХ используется для снижения вязкости сусла на стадии разжижения, обеспечивая его подготовку к действию глюкоамилазы. Конечными продуктами действия термостабильной α -амилазы являются декстрины и олигосахариды. Диапазон эффективного действия Максамила ЛПХ соответствует области pH 5,0–7,0 и температуре 93–95 °С. Максамил ЛПХ задавали непосредственно в чанок замеса, откуда замес поступал в реакторы для последующей механико-ферментативной обработки.

Ферментный препарат Амигаза Плюс – глюкоамилаза с побочной активностью грибковой α -амилазы для осахаривания частично расщепленного полимерных молекул крахмала до глюкозы. Побочная активность грибковой α -амилазы дает возможность дополнительного гидролиза крахмала на протяжении всего времени брожения. Диапазон эффективного действия Амигазы Плюс соответствует области pH 4,0–6,0 и температуре 55–60 °С. Амигазу Плюс вносили в осахариватель.

В качестве крахмалосодержащего сырья использовалась тритикале крахмалистостью 52,54 % в количестве 176–470 кг.

Таблица 1. Показатели качества зрелой бражки в зависимости от нормы задачи ферментных препаратов при механико-ферментативной схеме переработки сырья

№ бро-диль-ного чана	Наименование и расход ферментного препарата, $\text{дм}^3/\text{т}$ усл. крахмала	Концен-трация СВ оса-харен-ной массы, %	Показатели качества зрелой бражки				
			кис-лот-ность, °Д	види-мый от-брод, %	содержа-ние несбро-женных углеводов, $\text{г}/100 \text{ см}^3$	содержание нерастворен-ного крахма-ла, $\text{г}/100 \text{ см}^3$	концен-трация спирта, %
8	Максамил ЛПХ – 0,20 Амигаза Плюс – 0,82	13,7	0,38	0,50	0,24	0,036	5,8
12	Максамил ЛПХ – 0,23 Амигаза Плюс – 0,96	13,8	0,45	0,45	0,31	0,034	6,1
13	Максамил ЛПХ – 0,25 Амигаза Плюс – 0,90	15,0	0,45	0,60	0,33	0,036	6,5
18	Максамил ЛПХ – 0,28 Амигаза Плюс – 1,00	14,7	0,28	0,51	0,28	0,032	5,8
7	Максамил ЛПХ – 0,28 Амигаза Плюс – 1,04	14,3	0,38	0,45	0,20	0,034	6,4
20	Максамил ЛПХ – 0,28 Амигаза Плюс – 1,10	16,2	0,45	0,50	0,29	0,031	6,8
10	Максамил ЛПХ – 0,29 Амигаза Плюс – 1,99	14,8	0,45	0,45	0,28	0,031	6,3
22	Максамил ЛПХ – 0,29 Амигаза Плюс – 1,18	13,7	0,32	0,35	0,24	0,039	6,8
19	Максамил ЛПХ – 0,30 Амигаза Плюс – 1,02	14,8	0,52	0,90	0,35	0,042	6,3
21	Максамил ЛПХ – 0,30 Амигаза Плюс – 1,10	15,4	0,37	0,25	0,23	0,029	6,5
9	Максамил ЛПХ – 0,31 Амигаза Плюс – 1,00	14,8	0,45	0,40	0,21	0,036	6,4
17	Максамил ЛПХ – 0,35 Амигаза Плюс – 1,07	14,5	0,33	0,55	0,27	0,031	6,0
16	Максамил ЛПХ – 0,37 Амигаза Плюс – 1,09	14,5	0,38	0,75	0,31	0,032	6,2
15	Максамил ЛПХ – 0,45 Амигаза Плюс – 1,17	13,7	0,35	0,56	0,35	0,031	6,0

Испытания осуществляли по следующим техно-логическим режимам:

- измельчение сырья (степень помола 90–93% с диаметром сита 1мм) и приготовление замеса в смесителе при температуре 45–50 °С в течение 10–15 минут;

- механико-ферментативная обработка сырья – непрерывный процесс, происходящий в последовательно соединенных реакторах при температуре 85–90 °С в течение 80 минут;

- осахаривание – непрерывный процесс при температуре 56–58 °С в течение 40–60 минут;

- охлаждение осахаренной массы до температуры складки 24–26 °С осуществлялось в теплообменнике типа «труба в трубе».

Контроль качества осахаренного сусла осуществлялся по йодной пробе. Окрашивание фильтрата сусла должно быть темно-коричневым.

Сбраживание осуществлялось периодическим способом с использованием сухих дрожжей Фермиол. Продолжительность брожения – 72 часа.

В процессе производственных испытаний расход ферментного препарата Максамил ЛПХ на 1т условного крахмала варьировался в пределах 0,20–0,45 дм^3 , расход ферментного препарата Амигаза Плюс на 1т условного крахмала варьировался в пределах 0,82–1,18 дм^3 . Перед внесением ферментные препараты разбавлялись водой в соотношении 1:10.

Концентрацию сухих веществ осахаренной массы и показатели качества зрелых бражек определяли по общепринятым в теххимконтроле спиртового производства методикам [2].

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

На основании анализа данных, приведенных в табл. 1, установили, что ферментные препараты Мак-

Таблица 2. Показатели качества зрелой бражки в зависимости от нормы задачи ферментных препаратов по непрерывной схеме водно-тепловой переработки сырь

№ бро-диль-ного чана	Наименование и расход ферментного препарата, дм ³ /т усл. крахмала	Концен-трация СВ оса-харен-ной мас-сы, %	Показатели качества зрелой бражки				
			кис-лот-ность, °Д	види-мый от-брод, %	содержание несбро-женных углеводов, г/100 см ³	содержание нерастворен-ного крахма-ла, г/100 см ³	концен-трация спирта, %
12	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Глюкаваморин Г20х – 8,0 ед. Миколаза – 0,1 дм ³	17,3	0,36	1,6	0,410	0,027	8,0
13	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Глюкаваморин Г20х – 8,0 ед. Миколаза – 0,1 дм ³	16,7	0,36	1,8	0,390	0,027	8,4
14	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Глюкаваморин Г20х – 8,0 ед. Миколаза – 0,1 дм ³	18,3	0,35	1,4	0,430	0,039	8,2
1	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Амигаза Плюс – 1,4 дм ³	16,6	0,35	1,2	0,410	0,042	8,2
2	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Амигаза Плюс – 1,3 дм ³	17,8	0,35	1,4	0,390	0,028	7,2
3	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Амигаза ТС – 1,3 дм ³	17,7	0,35	1,3	0,410	0,031	7,6
4	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Амигаза ТС – 1,3 дм ³	17,1	0,35	1,4	0,390	0,014	7,0
5	Амилосубтилин Г3х – 3,0 ед. Амигаза ТС – 1,2 дм ³	17,2	0,36	1,6	0,468	0,015	7,6
6	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Амигаза ТС – 1,2 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³	16,5	0,49	1,6	0,410	0,039	7,2
7	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Амигаза ТС – 1,2 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³	18,0	0,36	1,6	0,508	0,027	8,2
8	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Амигаза ТС – 1,2 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³ Максазим ННП ДС – 0,1 дм ³	16,7	0,35	1,4	0,508	0,028	8,2
9	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Амигаза ТС – 0,8 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³ Максазим ННП ДС – 0,2 дм ³	16,7	0,34	1,6	0,468	0,032	8,4
10	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Глюкаваморин Г20х – 1,2 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³ Максазим ННП ДС – 0,3 дм ³	18,0	0,35	1,6	0,488	0,056	8,8
11	Амилосубтилин Г3х – 2,5 ед. Глюкаваморин Г20х – 1,2 дм ³ Миколаза – 0,1 дм ³ Максазим ННП ДС – 0,3 дм ³	18,0	0,34	1,4	0,488	0,048	8,8

самил ЛПХ, Амигаза Плюс компании DSM (Нидерланды) могут быть использованы при производстве спирта этилового из пищевого сырья по низкотемпературной схеме механико-ферментативной обработки.

Производственные испытания показали, что дозировка ферментного препарата Максамил ЛПХ достаточна в количестве не более 0,28 дм³ на 1 т условного крахмала, Амигаза Плюс – в количестве не более 1,0 дм³ на 1 т условного крахмала при переработке тритикале.

В процессе испытаний по непрерывной схеме водно-тепловой переработки сырья была исследована возможность применения ферментных препаратов Амигаза Плюс, Амигаза ТС, Миколаза, Максазим ННП ДС в производстве спирта.

Ферментный препарат Амигаза ТС – чистая высокоактивная глюкоамилаза для осахаривания частично расщепленных полимерных молекул крахмала до глюкозы. Диапазон эффективного действия Амигазы ТС соответствует области pH 4,5–6,5 и температуре 55–60°С. Амигазу ТС вносили в осахариватель.

Ферментный препарат Миколаза – б-амилаза грибкового происхождения с высокой активностью для гидролиза крахмала до низкомолекулярных декстринов и сахаров. Используется в качестве дополнительного ферментного препарата. Диапазон эффективного действия Миколазы соответствует области pH 5,2–5,8 и температуре 52–60°С. Миколазу вносили в осахариватель в качестве дополнительного амилолитического ферментного препарата.

Ферментный препарат Максазим ННП ДС – нейтральная протеаза для гидролитического расщепления белков и получения свободного аминного азота, способствующего активации брожения. Диапазон эффективного действия Максазим ННП ДС соответствует области pH 4,5–6,0 и температуре 55–60°С. Максазим ННП ДС вносили в осахариватель.

В качестве крахмалосодержащего сырья использовалась рожь крахмалистостью 52,12 % в количестве 150 232 кг и мука ржаная крахмалистостью 54,93 % в количестве 94 506 кг.

Испытания осуществляли по следующим технологическим режимам:

- измельчение сырья (степень помола 94–96 % проход через сито диаметром 1 мм) и приготовление замеса в смесителе при температуре 38–40°С в течение 10–15 минут;

- водно-тепловая обработка – непрерывный процесс разваривания (Мичуринская схема), происходящий при температуре 140–142°С, с последующим вакуум-охлаждением до температуры осахаривания;

- осахаривание – непрерывный процесс при температуре 58–60°С в течение 20 минут;

- при обработке замеса в качестве источника б-амилазы и глюкоамилазы также использовались следующие ферментные препараты:

Амилосубтилин Г3х, при расходе 2,5–3,0 ед. АС /г усл. крахмала;

Глюкаваморин Г20х – при расходе 8,0 ед. ГлС /г усл. крахмала;

- охлаждение осахаренной массы до температуры складки 24–26°С осуществлялось в теплообменнике типа «труба в трубе». Контроль качества осахаренного сусла осуществлялся по йодной пробе. Окрашивание фильтрата сусла должно быть темно-коричневым.

Сбраживание осуществлялось периодическим способом с использованием дрожжей расы 12Т. Продолжительность брожения – 72 часа.

В процессе производственных испытаний расход ферментного препарата Амигаза ТС на 1 т условного крахмала варьировался в пределах 1,2–1,3 дм³, расход ферментного препарата Амигаза Плюс на 1 т условного крахмала варьировался в пределах 1,3–1,4 дм³; расход ферментного препарата Максазим ННП ДС на 1 т условного крахмала варьировался в пределах 0,1–0,3 дм³; ферментный препарат Миколаза на 1 т условного крахмала вносили в количестве 0,1 дм³. Перед внесением ферментных препаратов Максазим ННП ДС, Миколаза разбавлялись водой в соотношении 1:10, ферментные препараты Амигаза ТС, Амигаза Плюс вносились без разбавления. Задача всех ферментных препаратов производилась отдельно.

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

На основании анализа результатов, приведенных в табл. 2, установили, что внесение ферментного препарата Миколазы в качестве дополнительного в осахариватель (бродильные чаны № 12–14) способствует повышенному накоплению спирта.

Ферментный препарат Амигаза Плюс в количестве 1,4 дм³/т усл. крахмала может быть успешно применен для замены традиционного Глюкаваморина Г20х, благодаря побочной активности кислой амилазы, помогающей в ускорении дегидратации мальтодекстринов.

Ферментный препарат Амигаза ТС может применяться для осахаривания разжиженного крахмала в количестве 1,3 дм³/т усл. крахмала.

Внесение в осахариватель дополнительно ферментного препарата Максазим ННП ДС позволило увеличить выход спирта (бродильные чаны № 7–11). Этому способствуют протеазы ферментного препарата, в результате действия которых происходит высвобождение аминокислот, ассимилируемых дрожжами, и снижение расхода глюкозы на конструктивный обмен дрожжевой клетки, что позволяет сбраживать в этанол дополнительное количество глюкозы.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что комплексы ферментных препаратов компании DSM (Нидерланды): Максамил ЛПХ, Амигаза ТС, Амигаза Плюс, Максазим ННП ДС, Миколаза могут быть использованы для осахаривания крахмалосодержащего сырья при производстве спирта на спиртовых предприятиях Республики Беларусь.

Качество ректифицированного спирта «Люкс», полученного с использованием комплексов ферментных препаратов и сухих дрожжей Фермиол производства компании DSM (Нидерланды) соответствует требованиям СТБ 1334-2003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Римарева Л.В. Повышение эффективности биотехнологических процессов спиртового производства / Л.В. Римарева // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2003. – № 4. – С. 13–18.
2. Польшгалына Г.В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производств / Г.В. Польшгалына. – Москва: Колос, 1999. – 336 с.