

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ

«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ»
(ФГБНУ ВНИИПБТ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ ВНИИПБТ



- В.А.Поляков

2016 г.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ
ООО ПО «СИББИОФАРМ» В СПИРТОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

ТИ 10-00334586-13-2016

Москва, 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие спиртовые заводы для сбраживания крахмалистого сырья при производстве спирта широко применяют концентрированные высокоактивные ферментные препараты микробного происхождения, что позволяет значительно повысить эффективность используемого сырья за счет более глубокого его гидролиза, стабилизировать технологические процессы.

Применение ферментных препаратов способствует внедрению современных энерго-ресурсосберегающих технологий, позволяющих значительно экономить тепловую энергию и создать условия безопасной эксплуатации оборудования.

ООО Производственное объединение «Сиббиофарм» для полной замены солода на спиртовых заводах России предлагает использовать концентрированные ферментные препараты мезофильной α -амилазы (**АмилОЛюкс-А**), термостабильной α -амилазы (**АмилОЛюкс-АТС**), глюкоамилазы (**ГлюкоЛюкс-А**), **Протеазы кислой**, комплексной гемицеллюлазы (**ЦеллоЛюкс-А**). Эти препараты выпускаются в виде жидких ультраконцентратов, что упрощает их использование, позволяет сохранять их длительное время в активном состоянии.

В настоящей инструкции даны основные характеристики ферментных препаратов ООО ПО «Сиббиофарм», уточнены их нормы расхода и условия применения для различных аппаратурно-технологических схем тепловой и ферментативной обработок сырья при приготовлении зернового суслу.

Уточнены режимы и условия приготовления дрожжевого суслу и ведения производственных дрожжей при полной замене солода с использованием предлагаемых ферментных препаратов.

Настоящая Технологическая инструкция разработана в ФГБНУ ВНИИПБТ на основании результатов испытаний в отделе биотехнологии ферментных препаратов, дрожжей, органических кислот и биологически активных добавок

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ**ООО ПО «СИББИОФАРМ»**

Таблица 1 Характеристика ферментных препаратов ООО ПО «Сиббиофарм» в соответствии с ГОСТ Р по амилолитической и глюкоамилазной активности (54330-2011), ксиланазной активности (55302-2012) и протеолитической активности (53974-2010)

Препарат (основной фермент)	Ферментативная активность основного фермента, ед/см ³	
	1 группа	2 группа
Амил.Люкс-А (мезофильная α -амилаза)	3200±320 2800±280	4000±400
Амил.Люкс-АТС (термостабильная α -амилаза)	2000±200 1600±160	3000±300
Глюко.Люкс-А (глюкоамилаза)	13 000±1300	
Целло.Люкс-А (ксиланаза)	6000±600 4500±450	
Протеаза кислая (протеаза)	600±60	

1.1 ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ МЕЗОФИЛЬНОЙ **α -АМИЛАЗЫ Амил.Люкс-А**

Ферментный препарат (ФП) мезофильной бактериальной α -амилазы **Амил.Люкс-А** (выпускается по ТУ 9291-009-13684916-05) получают путем глубинного культивирования бактерий *Bacillus subtilis*.

Ферментный препарат α -амилазы гидролизует внутренние α -1,4-гликозидные связи крахмала (амилозы и амилопектина) и продуктов их последовательного расщепления, что приводит к быстрому снижению вязкости клейстеризованных растворов крахмала на стадии разжижения, тем самым, обеспечивая подготовку суслу к действию глюкоамилазы. Конечными продуктами действия альфа-амилазы на крахмал являются декстрины различной молекулярной массы и олигосахариды.

ФП **АмилоЛюкс-А** содержит небольшое количество протеазы - 12 ед.ПС/см³.

Характеристика ФП **АмилоЛюкс-А**, использованного в опытах для разработки инструкции, представлена в таблице 2.

Таблица 2 Основная характеристика **АмилоЛюкса-А**

Наименование показателей	Характеристика препарата
Внешний вид	Сиропобразная жидкость
Цвет	от бежевого до коричневого
Удельный вес, г/см ³	1,165
рН	6,03
Амилолитическая активность по ГОСТ Р 54330-2011, ед.АС/г,см ³	
30°С	2800*
60°С	7600
Оптимальные условия действия:	
рН	5,5-7,0
температура, °С	50-70

*Величина активности ФП дана с учетом допустимой погрешности ±8%

Диапазон действия ФП **АмилоЛюкс-А** соответствует области рН 5,0-8,0 и температуры 30-80°С.

ФП **АмилоЛюкс-А** соответствует санитарным нормам и правилам; разрешен Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации Таможенного Союза стран ЕВРАЗЭС для применения его в пищевой промышленности (Свидетельство о государственной регистрации № RU 77.99.26.010.Е.036272.09.11 от 07.09.2011 г.).

ФП **АмилоЛюкс-А** расфасовывают в безопасные, удобные для транспортировки герметично закрытые упаковки.

Активность препарата **АмилоЛюкс-А** сохраняется в течение 6-ти месяцев при его хранении в сухом месте с температурой окружающей среды, не превышающей плюс 25°С, и не ниже минус 25°С (по данным завода-производителя).

1.2 ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ ТЕРМОСТАБИЛЬНОЙ

 α -АМИЛАЗЫ **АмилоЛюкс-АТС**

Ферментный препарат термостабильной α -амилазы **АмилоЛюкс-АТС** (выпускается по ТУ 9291-025-13684916-09) получают путем глубинного культивирования бактерий *Bacillus subtilis sp.*

Ферментный препарат **АмилоЛюкс-АТС** обладает высокой термостабильностью и способностью катализировать гидролиз α -1,4-гликозидных связей в амилозе и амилопектине крахмала при повышенных температурах; рекомендуется к использованию для разжижения и декстринизации крахмала при приготовлении зернового суслу при механико-ферментативных схемах. Действие препарата на крахмал характеризуется быстрым снижением вязкости раствора и молекулярной массы образующихся декстринов.

Характеристика ФП **АмилоЛюкс-АТС**, использованного в опытах для разработки инструкции, представлена в таблице 3.

Таблица 3 Основная характеристика ФП **АмилоЛюкс-АТС**

Наименование показателей	Характеристика препарата
Внешний вид	Сиропообразная жидкость
Цвет	от бежевого до коричневого
Удельный вес, г/см ³	1,16
рН	5,46
Амилолитическая активность по ГОСТ Р 54330-2011, ед.АС/см ³	
30°C	1600*
60°C	13600
70°C	18000
90°C	17000
97°C	5000
Оптимальные условия действия:	
рН	4,7-6,5
температура, °С	80-90

*Величина активности ФП дана с учетом допустимой погрешности $\pm 8\%$

ФП **АмилоЛюкс-АТС** соответствует санитарным нормам и правилам; разрешен Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации Таможенного Союза стран ЕВРАЗЭС для применения его в пищевой промышленности (Свидетельство о государственной регистрации № RU 54.НС.01.019.Е.000239.06.11 от 14.06.2011 г.).

ФП **АмилоЛюкс-АТС** обладает широким диапазоном рН- и температуры действия фермента на крахмал. Эффективность рН-действия находится в диапазоне 4,0-7,0 и температуры 30-100°C.

ФП **АмилоЛюкс-АТС** расфасовывают в безопасные, удобные для транспортировки герметично закрытые упаковки.

Активность ФП **АмилоЛюкс-АТС** сохраняется в течение 6-ти месяцев при его хранении в сухом месте с температурой окружающей среды, не превышающей плюс 25°C, и не ниже минус 25°C (по данным завода-производителя).

1.3 ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ ГЛЮКОАМИЛАЗЫ **ГлюкоЛюкс-А**

Ферментный препарат глюкоамилазы **ГлюкоЛюкс-А** (выпускается по ТУ 9291-007-13684916-05) получают путем глубинного культивирования штамма плесневого гриба *Aspergillus awamori*.

Ферментный препарат глюкоамилазы гидролизует α -1,4 и альфа-1,6-гликозидные связи крахмала, декстринов, олигосахаридов, последовательно отщепляя глюкозу от нередуцирующих концов цепей. ФП **ГлюкоЛюкс-А** применяется для осахаривания частично расщепленных полимерных молекул крахмала.

ФП **ГлюкоЛюкс-А** проявляет также α -амилазную (350 ед.АС/см³), ксиланазную (130 ед.КС/см³) и целлюлазную активность (100 ед. ЦлС/см³).

Характеристика ФП **ГлюкоЛюкс-А**, использованного в опытах для разработки инструкции, представлена в таблице 4.

Таблица 4 Основная характеристика ФП **ГлюкоЛюкс-А**

Наименование показателей	Характеристика препарата
Внешний вид	Сиропобразная жидкость от коричневого до темно-коричневого
Цвет	
Удельный вес, г/см ³	1,145
рН	4,53
Глюкоамилазная активность по ГОСТ Р 54330-2011, ед.ГлС /г, см ³	
30°C	13000*
60°C	81000
Оптимальные условия действия:	
рН	3,5-6,0
температура, °С	55-60

*Величина активности ФП дана с учетом допустимой погрешности $\pm 8\%$

Диапазон действия **ГлюкоЛюкса-А** соответствуют области рН 3,0-8,5 и температуры 30-70⁰С.

ФП **ГлюкоЛюкс-А** соответствует санитарным нормам и правилам; разрешен Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации Таможенного Союза стран ЕВРАЗЭС для применения его в пищевой промышленности (Свидетельство о государственной регистрации № RU 77.99.26.010.Е.036269.09.11 от 07.09.2011 г.).

ФП **ГлюкоЛюкс-А** расфасовывают в безопасные, удобные для транспортировки герметично закрытые упаковки.

Активность препарата **ГлюкоЛюкс-А** сохраняется в течение 6-ти месяцев при его хранении в сухом месте с температурой окружающей среды, не превышающей плюс 25⁰С, и не ниже минус 25⁰С (по данным завода-производителя).

1.4 ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ ПРОТЕАЗЫ КИСЛОЙ

Ферментный препарат **Протеазы кислой** получают путем культивирования микромицета рода *Aspergillus sp.*

Действие этого препарата, обладающего протеолитической активностью, в кислой зоне рН на белковые компоненты сырья позволяет получать сусло, обогащенное свободными аминокислотами, которые необходимы для жизнедеятельности дрожжей. Обработка сусла кислыми протеазами способствует повышению атакуемости крахмала зерна амилолитическими ферментами (α -амилазой и глюкоамилазой), что позволяет увеличить степень сбраживания сырья за счет более полного гидролиза крахмала.

Обогащение питательной среды свободными аминокислотами способствует также сокращению расхода сахара на построение биомассы дрожжей и на образование побочных продуктов брожения. При обеспечении дрожжей легкоусвояемым азотистым питанием в результате гидролиза белков зернового сусла ферментным препаратом кислой протеазы обеспечивается их устойчивость к повышенным концентрациям углеводов среды.

Применение ФП **Протеазы кислой** также позволяет улучшить реологические показатели сусла в результате гидролиза белка зерна, снять коллоидно-белковые образования на оборудовании и коммуникациях.

ФП **Протеазы кислой** используют на стадии ферментативной обработки сырья для гидролиза белковых веществ зерна.

Характеристика ФП **Протеазы кислой**, использованного в опытах для разработки инструкции, приведена в таблице 5.

Таблица 5 Основная характеристика ФП **Протеазы кислой**

Наименование показателей	Характеристика ФП
Внешний вид	Сиропобразная жидкость
Цвет	от коричневого до темно-коричневого
Протеолитическая активность по ГОСТ Р 53974-2010, ед. ПСсм ³	600
Оптимальные условия действия для протеазы: рН температура, °С	3,5-4,5 45-50

*Величина активности ФП дана с учетом допустимой погрешности $\pm 8\%$

Диапазон действия Протеазы кислой соответствуют области рН 2,0-6,0 и температуры 30-60⁰С.

ФП **Протеазы кислой** расфасовывают в безопасные, удобные для транспортировки герметично закрытые упаковки.

Активность ФП сохраняется в течение 6 месяцев при хранении препарата в сухом месте с температурой окружающей среды, не превышающей плюс 25⁰С и не ниже минус 25⁰С (по данным завода-производителя).

1.5 ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ ГЕМИЦЕЛЛЮЛАЗНОГО ДЕЙСТВИЯ **ЦеллоЛюкс-А**

Комплексный ферментный препарат (ФП) гемицеллюлазного действия **ЦеллоЛюкс-А** получают путем направленного культивирования штамма микромицета *Trichoderma viridae*. Выпускается в жидком виде по ТУ 9291-023-13684916-09.

Этот ФП содержит комплекс ферментов, гидролизующих некрахмальные полисахариды зерна, и проявляет ксиланазную, целлюлазную и β -глюканазную активность.

Ферментный препарат **ЦеллоЛюкс-А** применяют для гидролиза некрахмальных полисахаридов зернового сырья. Препарат способствует также гидролизу β -глюканов и ксиланов сырья, улучшает реологические свойства суслу, обеспечивая снижение вязкости суслу при переработке трудно сбраживаемых видов зернового сырья таких, как рожь и ячмень.

Характеристика ФП **ЦеллоЛюкс-А** использованного в опытах для разработки инструкции, представлена в таблице 6.

Таблица 6 Основная характеристика ФП **ЦеллоЛюкс-А**

Наименование показателей	ЦеллоЛюкс-А жидкий
Внешний вид	Сиропобразная жидкость от коричневого до темно-коричневого
Цвет	
Удельный вес, г/см ³	1,11
pH	4,22
Активность:	
Ксиланазная по ГОСТ Р 55302-2012, ед. КС/см ³	4500*
Целлюлазная по ГОСТ Р 55293-2012, ед. ЦЛС/см ³	1750*
β -глюканизная по ГОСТ Р 53973-2010, ед. β -ГКС/см ³	2000*
Оптимальные условия действия:	
pH	3,5-6,0
температура, °С	45-60

*Величина активности ФП дана с учетом допустимой погрешности $\pm 8\%$

Эффективность действия препарата находится в интервале температуры от 30 до 80°C и значения pH от 3,0 до 6,5.

ФП **Целло-Люкс-А** соответствует санитарным нормам и правилам; разрешен Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации Таможенного Союза стран ВРАЗЕС для применения его в пищевой промышленности (Свидетельство о государственной регистрации № RU 54.НС.01.019.Е.000346.08.11 от 01.08.2011 г.).

ФП **Целло-Люкс-А** расфасовывают в безопасные, удобные для транспортировки герметично закрытые упаковки.

Активность ФП сохраняется в течение 6 месяцев при хранении препарата в сухом месте с температурой окружающей среды, не превышающей плюс 25°C и не ниже минус 25°C (по данным завода-производителя).

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

ООО ПО «СИББИОФАРМ» ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЭТАНОЛА

2.1 ПРИ РАБОТЕ ПО КЛАССИЧЕСКОЙ (МИЧУРИНСКОЙ) СХЕМЕ С РАЗВАРИВАНИЕМ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

При разваривании зерна в аппаратах колонного типа при полной замене солода используют ферментные препараты: источники α -амилазы – **АмилоЛюкс-А** и глюкоамилазы – **ГлюкоЛюкс-А**. Их применяют на стадии осахаривания и дозируют непосредственно в осахариватель или испаритель-осахариватель.

При работе завода по схеме с предварительным разжижением крахмала с использованием предразварника, обеспечивающего выдержку водно-мучной суспензии в течение 30-35 минут при постоянном перемешивании, и повышении температуры до 70-75°C, расход **АмилоЛюкс-А** осуществляют в две стадии: 20-30% от общего количества – в предразварник, остальное - в осахариватель.

ФП **ГлюкоЛюкс-А** – источник глюкоамилазы дозируют только в осахариватель при температуре зернового сусла 56-58°C. Продолжительность осахаривания не менее 25-30 минут.

Дозирование ферментных препаратов осуществляют порционными дозаторами различных конструкций. ФП бактериальной α -амилазы **АмилоЛюкс-А** и глюкоамилазы **ГлюкоЛюкс-А** необходимо дозировать отдельно. Каждый ферментный препарат разводят питьевой водой в соотношении 1:5-1:10 в отдельных сборниках непосредственно перед задачей на соответствующей стадии переработки зернового сырья. Длительность использования рабочих растворов не должна превышать 2-4-х часов. Допускается увеличение степени растворения ФП, при этом сроки хранения ферментных растворов необходимо сократить.

Дозировка ферментных препаратов на разжижение и осахаривание осуществляют в соответствии с их активностями и нормами расхода, приведенными в разделе 5.

Качество зернового сусла контролируют по йодной пробе или по схеме теххимконтроля предприятия.

В некоторых случаях при переработке на заводе ржи, отдельных партий ячменя, пшеницы с повышенным содержанием гумми-веществ и других некрахмальных полисахаридов может иметь место возрастание видимого отброда и количества несброженных углеводов. Для обеспечения нормативной крепости спирта в зрелой бражке рекомендуется использовать дополнительно ФП – источники гемицеллюлаз.

Для улучшения физико-химических показателей зернового суслу с концентрацией сухих веществ более 18% и для интенсификации процесса брожения рекомендуется дополнительно использовать ФП – источники грибных протеаз.

При сбраживании ржаного или ячменного суслу допускается увеличение расхода ФП от нормативного: α -амилазы - на 25-30%, глюкоамилазы - на 15-20%, а также использовать ФП - источники гемицеллюлаз.

Частичная замена солода концентрированными ферментными препаратами допускается при работе завода по традиционному способу водно-тепловой обработки сырья с задачей осахаривающей смеси на стадии осахаривания. В этом случае используют существующий на заводе способ дозировки солодового молока на осахаривание. При приготовлении осахаривающей смеси в расходном чанке готовят суспензию ферментов, а затем сюда добавляют расчетные порции солодового молока. Норма расхода солодового молока и ферментных препаратов устанавливается соответствующей нормативной документацией (ТИ по применению ферментных препаратов и нормам их расхода в спиртовом производстве для интенсивного сбраживания зернового суслу с различной концентрацией сухих веществ, разработанной в ФГБНУ ВНИИПБТ) или существующей на заводе.

2.2 ПРИ РАБОТЕ СПИРТЗАВОДА ПО СХЕМЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

При работе спиртового завода по схеме гидродинамической и ферментативной обработки крахмалосодержащего сырья без применения пара повышенных параметров рекомендуется использование ФП – источника глюкоамилазы **ГлюкоЛюкс-А** совместно с источником бактериальной термостабильной α -амилазы **АмилЛюкс-АТС**.

Основной расход ФП **АмилЛюкс-АТС** осуществляют на стадии гидродинамической обработки сырья для разжижения крахмала и снижения вязкости замеса. При этом 90–100% фермента от общего расхода вносят в смеситель, где готовят водно-мучную суспензию при температуре 45-50°C, которая затем проходит гидродинамическую и ферментативную обработку в аппарате 1-ой ступени при температуре 65-75°C, при этом происходят процессы клейстеризации и частичного разжижения крахмала. Затем массу подают в аппарат ферментативной обработки 2-ой ступени при температуре 75-95°C, где сусло выдерживают определенное время в зависимости от используемой на заводе технологической схемы. Затем массу дополнительно стерилизуют при 105-110°C и направляют в парасепаратор-

накопитель. После этого разваренную массу подают в испарительную камеру установки вакуум-охлаждения или в испаритель-осахариватель, где масса охлаждается до температуры 56-58°C.

Оставшиеся 10% от общего расхода **АмилоЛюкса-АТС** вносят в осахариватель. ФП глюкоамилазы **ГлюкоЛюкс-А** дозируют только в осахариватель при температуре зернового суслу 56-58°C. Продолжительность осахаривания не менее 20 минут.

Дозирование ферментных препаратов осуществляют порционными дозаторами различных конструкций. ФП α -амилазы и глюкоамилазы должны дозироваться отдельно. Каждый ферментный препарат разводят питьевой водой в соотношении 1:5-1:10 в отдельных сборниках из расчета расхода их за смену. Длительность использования рабочих растворов не должна превышать 2-4-х часов. При необходимости разведения ферментных препаратов в большей степени длительность пребывания ферментных растворов в сборнике необходимо сократить.

Норма расхода ФП **АмилоЛюкс-АТС** на разжижение крахмалосодержащего сырья и **ГлюкоЛюкс-А** на осахаривание приведены в разделе 5 настоящей ТИ.

Расход ферментных препаратов на разжижение и осахаривание рассчитывается, исходя из активности и нормы их расхода.

Контроль за качеством зернового суслу осуществляют по йодной пробе: при нормальном качестве осахаривания окрашивание фильтрата суслу должно быть темно-коричневое.

При увеличении концентрации зернового суслу до 20% допускается повышение расхода ФП на 15-25%. Для улучшения физико-химических показателей осахаренного суслу с концентрацией сухих веществ более 18% и процесса брожения рекомендуется дополнительно использовать ФП – источники грибных протеаз.

При сбраживании ржаного или ячменного суслу допускается увеличение дозировок расхода ФП: α -амилазы - на 25-30%, глюкоамилазы - на 15-20%, а также использовать ФП - источники гемицеллюлаз.

2.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА **Протеазы кислой**

ФП грибной **Протеазы кислой** применяют для гидролиза белковых полимеров зернового сырья с целью интенсификации процессов размножения дрожжей и спиртового брожения за счет обогащения суслу легкоусвояемым азотистым питанием в результате гидролиза белков до свободных аминокислот.

ФП **Протеазы кислой** используют при переработке различных видов зернового сырья, особенно с высоким содержанием белка, например, высокобелковой пшеницы,

на стадии приготовления зернового сусла, дрожжегенерации или брожения. Использование этого ФП позволяет интенсифицировать скорость размножения дрожжей, повысить их бродильную активность, сократить сроки брожения.

Применение ФП **Протеазы кислой** эффективно как на стадии приготовления дрожжевого сусла, так и в основном производстве на стадии приготовления зернового сусла для интенсификации спиртового брожения. Фермент задают в осаживатель при температуре не выше 55-58°C. Если отсутствует возможность использования этого ФП на стадии приготовления сусла, то рекомендуется его применение на стадии дрожжегенерации или брожения.

Расход ФП **Протеазы кислой** для гидролиза белковых веществ зернового сырья рассчитывают, исходя из его активности и установленных норм расхода, приведенных в разделе 5 настоящей ТИ.

2.4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА

ГЕМИЦЕЛЛЮЛАЗНОГО ДЕЙСТВИЯ **ЦеллоЛюкс-А**

ФП гемицеллюлазного действия **ЦеллоЛюкс-А** применяют при переработке таких видов зерна, как рожь, которая содержит значительные количества слизей и гумми-веществ; ячменя, характеризующегося высоким содержанием ксиланов, β -глюканов и других полисахаридов некрахмального происхождения. При приготовлении замесов из таких видов зерна образуется сусло с повышенной вязкостью, что затрудняет атакуемость крахмала амилолитическими ферментами и приводит к замедлению процесса брожения. Наличие в ФП ксиланазы оказывает существенное влияние на реологические свойства зернового сусла, значительно снижает его вязкость, тем самым способствуя повышению конечной степени сбраживания.

При использовании препарата **ЦеллоЛюкс-А** необходимо обеспечить требуемую степень измельчения сырья, предусмотренную «Типовым технологическим регламентом производства спирта из крахмалистого сырья».

ФП **ЦеллоЛюкс-А** применяют в дополнении к амилолитическим ферментам разжижающего и осаживающего действия.

При работе завода с использованием аппаратов колонного типа или генцев для разваривания зерна ФП **ЦеллоЛюкс-А** рекомендуется дозировать непосредственно в осаживатель одновременно с источником глюкоамилазы при температуре плюс 55-60°C. При приготовлении зернового сусла с концентрацией выше 20% СВ возможно дробное дозирование ФП **ЦеллоЛюкс-А**: до 25% ФП от расчетного количества задают в смеситель совместно с бактериальной α -амилазой; остальное количество ферментов - в осаживатель.

При работе завода по схеме механико-ферментативной обработки зерна («мягкой» схеме) ФП **ЦеллоЛюкс-А** задают поэтапно: до 50-70% в смеситель на стадии приготовления замеса, а остальное (30-50%) – в осаживатель. Возможно введение всего количества препарата (100%) непосредственно в смеситель. Для интенсификации процесса брожения можно задавать ФП и в бродильный чан.

ФП **ЦеллоЛюкс-А** дозируют одновременно с источником глюкоамилазы при температуре 58-60°C по нормам расхода, приведенным в разделе 5 настоящей ТИ, при концентрации суслу 16,0-18,0% растворимых сухих веществ. При повышении концентрации суслу расход фермента может быть увеличен.

Контроль за качеством осаживаемого суслу осуществляют по йодной пробе: при нормальном качестве осаживания окрашивание фильтрата суслу должно быть темно-коричневое.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ СУСЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДРОЖЖЕЙ

3.1 ПРИ РАБОТЕ ПО КЛАССИЧЕСКОЙ (МИЧУРИНСКОЙ) СХЕМЕ

С РАЗВАРИВАНИЕМ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Дрожжевое сусло приготавливают из безкожурного или мелкокожурного сырья с концентрацией сухих веществ 16-18% (по сахарометру или рефрактометру) по режимам разваривания и осаживания, принятым на заводе. При переработке ржи допускается снижение концентрации суслу до 14,5-15,0 %СВ.

Для повышения степени осаживания в сусло вносят дополнительное количество ФП глюкоамилазы – **ГлюкоЛюкс-А** из расчета 3,0-6,0 едГлС/г крахмала. Доосаживание проводят при температуре 56-58°C в течение 2-3-х часов, после чего сусло стерилизуют.

Для активизации жизнедеятельности дрожжей и интенсификации дрожжегенерации рекомендуется на стадии доосаживания вместе с источником глюкоамилазы добавление ФП грибной **Протеазы кислой** в дозировке 0,1-0,2 ед.ПС/г крахмала. Доосаживание и протеолиз в этом случае проводят при температуре 55-58°C в течение 2-3-х часов. При приготовлении дрожжевого суслу дополнительное количество ферментных препаратов вносят непосредственно в дрожжанку перед заполнением ее суслom. ФП α -амилазы дополнительно в дрожжевое сусло не вносят.

Контроль за качеством дрожжевого суслу осуществляют по йодной пробе: окрашивание фильтрата суслу должно быть желтого цвета.

При необходимости дополнительного азотистого питания для дрожжей после осахаривания вносят от 300 до 400 г/м³ или диаммоний фосфат – 200 г/м³ сусла. Минеральные соли задаются в виде чистого водного раствора, приготовленного в соотношении 1:10. Дозировка минеральных солей может корректироваться в зависимости от вида перерабатываемого сырья и физиологического состояния дрожжей.

Приготовленное таким образом сусло пастеризуют при температуре 85⁰С в течение 30 минут, затем расхлаживают до 50⁰С при тщательном перемешивании подкисляют серной кислотой до рН 3,6-3,8. Полученное дрожжевое сусло охлаждают до 30⁰С, после чего в сусло задают засевные дрожжи и охлаждают до температуры складки (20-25⁰С в зависимости от расы дрожжей). Объем засевных дрожжей должен быть не менее 8-10% к объему сусла в дрожжанке. При использовании дрожжей расы XII температура дрожжегенерации не должна превышать 28-29⁰С; при использовании термотолерантных дрожжей – 32-35⁰С.

Дрожжи считаются зрелыми, когда концентрация сухих веществ в дрожжевой бражке составит не менее 1/3 от исходной. рН готовых производственных дрожжей должен соответствовать значению 3,6-3,8, что является одним из условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность дрожжей. В случае использования недостаточно качественного сырья для повышения чистоты брожения рН зрелых дрожжей понижают до величины 3,2-3,4 путем внесения дополнительного количества серной кислоты. Нарастания кислотности в зрелых дрожжах не допускается.

3.2 ПРИ РАБОТЕ СПИРТЗАВОДА ПО СХЕМЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Дрожжевое сусло готовят по режимам гидродинамической и ферментативной обработки сырья, приведенным в разделе 2.2, а также соответствии с нормами и рекомендациями, указанными в разделе 3.1 настоящей Технологической инструкции.

Исключением является длительность пастеризации дрожжевого сусла, продолжительность которой увеличивают с 30 минут до 1 часа. Допускается также снижение концентрации дрожжевого сусла и использование наряду с глюкоамилазой дополнительного количества α -амилазы для доосахаривания дрожжевого сусла.

Остальные рекомендации по приготовлению дрожжевого сусла остаются неизменными.

В некоторых случаях при переработке на заводе ржи, отдельных партий ячменя, пшеницы с повышенным содержанием гумми-веществ и др. может иметь место возрастание видимого отброда и количества несброженных углеводов при нормативной крепости спирта в зрелой бражке.

4 УЧЕТ КРАХМАЛА

Учет крахмала зернового сырья производят по условному крахмалу в соответствии с методиками, принятыми в спиртовой отрасли (Инструкция по теххимическому и микробиологическому контролю спиртового производства. М., ДеЛи принт. 2007). Учет крахмала, введенного с ферментными препаратами, не производится, так как показатель содержания крахмала в препаратах ООО ПО «Сиббиофарм» отсутствует.

5 НОРМЫ РАСХОДА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

ООО ПО «СИББИОФАРМ»

Таблица 6 Нормы расхода ФП

Ферментный препарат	Активность, ед/г, см ³ ФП	Норма расхода ед. активности/г крахмала	Расход товарного продукта	
			кг, дм ³ /т крахмала	кг, дм ³ /т сырья
АмилоЛюкс-А АС	2800	1,0-2,0	0,40-0,80	0,20-0,40
	3200		0,31-0,62	0,16-0,31
	4000		0,25-0,50	0,13-0,25
АмилоЛюкс-АТС АС	1600	0,25-0,60	0,16-0,38	0,08-0,19
	2000		0,12-0,30	0,06-0,15
	3000		0,08-0,20	0,04-0,10
ГлюкоЛюкс-А ГлС	13000	6,0-9,0	0,46-0,70	0,23-0,35
Кислая протеаза ПС	600	0,025-0,1	0,04-0,17	0,013-0,08
ЦеллоЛюкс-А КС	4500	0,15-0,70	0,03-0,15	0,015-0,08
	6000		0,025-0,12	0,012-0,06

1 Расчет норм расхода товарного продукта (ФП) произведен, исходя из средней активности ферментных препаратов, определенной при плюс 30⁰С по методикам ГОСТ Р

54330-2011, 53974-2010, 55302-2012. Если активность ферментов при определении по указанным методикам будет иметь другое значение, то изменится расход товарного продукта по объему, при этом нормы расхода ферментных препаратов по активности на 1 г крахмала останутся неизменны.

2. Приведенные нормы расхода ферментных препаратов даны для концентрации сушла до 18,0% сухих веществ и продолжительности брожения 72 часа. При повышении концентрации сушла свыше 18,0% допускается увеличение расхода ферментных препаратов на 20-25% от указанных в таблице 6 нормативов.

3. Рекомендуемые дозировки указаны без учета особенностей технологических схем спиртовых заводов и перерабатываемого сырья. Поэтому следует учитывать расход ФП с учетом схемы и режимов производства.

4. По истечении гарантийных сроков хранения ферментных препаратов, снижении их активности в пределах 20% и при ухудшении технологических показателей процесса допускается увеличение расхода ферментов до 20% от нормативного.

6 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

6.1 ПО КЛАССИЧЕСКОЙ СХЕМЕ С РАЗВАРИВАНИЕМ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Пример расчета 1

Активность ФП **АмилоЛюкса-А** - 2800 ед.АС/см³

Активность ФП **ГлюкоЛюкса-А** - 13000 ед.ГлС/см³.

Норма расхода ферментных препаратов:

АмилоЛюкса-А - 1,5 ед.АС/г крахмала

ГлюкоЛюкса-А - 6,0 ед.ГлС/г крахмала

Для 72-х часового брожения количество единиц для осахаривания 1 т крахмала составит:

$$АС = 1,5 \times 10^6 \text{ ед./т крахмала}$$

$$ГлС = 6,0 \times 10^6 \text{ ед./т крахмала}$$

Расход ферментных препаратов для разжижения и осахаривания 1 т крахмала (в объемах товарного продукта):

Расход ФП **АмилоЛюкса-А** составит:

$$1,5 \times 10^6 / 2800 \times 10^3 = 0,54 \text{ дм}^3/\text{т крахмала}$$

Расход ФП **ГлюкоЛюкса-А** составит:

$$6,0 \times 10^6 / 13000 \times 10^3 = 0,46 \text{ дм}^3/\text{т крахмала}$$

В тех случаях, когда имеет место отличие активности ферментных препаратов от средней величины, производят перерасчет их расхода с учетом их действительной активности.

6.2 ПО СХЕМЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ И ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ

Пример расчета 2

Активность ФП **Амилоса-АТС** - 1600 ед.АС/см³

Активность ФП **ГлюкоСа-А** - 13000 ед.ГлС/см³

Норма расхода ферментных препаратов:

α-амилазы - 0,3 ед.АС/г крахмала

глюкоамилазы - 6,0 ед.ГлС/г крахмала

Для 72-х часового брожения количество единиц для осахаривания 1 т крахмала составит:

$$АС = 0,3 \times 10^6 \text{ ед./т крахмала}$$

$$ГлС = 6,0 \times 10^6 \text{ ед./т крахмала}$$

Расход ферментных препаратов для разжижения и осахаривания 1 т крахмала (в объемах товарного продукта):

Расход ФП **Амилоса-АТС** составит:

$$0,3 \times 10^6 / 1600 \times 10^3 = 0,19 \text{ дм}^3/\text{т крахмала}$$

Расход ФП **ГлюкоСа-А** составит:

$$6,0 \times 10^6 / 13000 \times 10^3 = 0,46 \text{ дм}^3/\text{т крахмала}$$

В тех случаях, когда имеет место отличие активности ферментных препаратов от средней величины, производят перерасчет их расхода с учетом их действительной активности.

Пример расчета 3

Активность **Протеазы кислой** - 600 ед.ПС/г

Норма расхода составляет 0,2 ед.ПС/г сырья

Расход **Протеазы кислой** составит:

$$0,1 \times 10^6 / 600 \times 10^3 = 0,17 \text{ кг/т сырья}$$

В тех случаях, когда имеет место отличие активности ферментных препаратов от средней величины, производят перерасчет их расхода с учетом их действительной активности.

Пример расчета 4

Активность **ЦеллоСа-А** по ксиланазе - 4500 ед.КС/г

Норма расхода для ржи составляет 0,7 ед./г крахмала

Расход **ЦеллоЛюкс-А** составит:

$$0,7 \times 10^6 / 4500 \times 10^3 = 0,15 \text{ кг/т крахмала}$$

В тех случаях, когда имеет место отличие активности ферментных препаратов от средней величины, производят перерасчет их расхода с учетом их действительной активности.

7 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ООО ПО «СИББИОФАРМ»

Ферментные препараты ООО ПО «Сиббиофарм» **АмилОЛюкс-А, АмилОЛюкс-АТС, ГлюкоЛюкс-А, Протеаза кислая, ЦеллоЛюкс-А** выпускают в соответствии с ТУ 9291-009-13684916-05, ТУ 9291-025-13684916-09, ТУ 9291-007-13684916-05, ТУ 9291-023-13684916-09.

Ведение процесса производства спирта осуществляется по действующим на спиртовых заводах схемам в соответствии с режимами, изложенными в «Регламенте производства спирта из крахмалсодержащего сырья» ч.1, П, М., 1998 г. и «Правилах по охране труда при производстве спирта и ликероводочных изделий» ПОТ РО 97300-07-95, а также в соответствии с инструкциями, действующими на заводах.

Ферментные препараты α -амилазы, глюкоамилазы, протеазы и целлюлазы не воспламеняются, растворимы в воде.

При работе с препаратами необходимо соблюдать общие правила безопасности работы с ферментными препаратами, избегая прямого контакта и не допуская попадания в дыхательные пути, что может вызвать повышенную чувствительность. При попадании растворов ферментов на кожу или в глаза, необходимо незамедлительно обильно промыть пораженный участок чистой водой.

8 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Технологический контроль процесса производства спирта с использованием ферментных препаратов осуществляется на спиртовых заводах по действующей в спиртовой отрасли схеме техноконтроля.

ФП α -амилазы и глюкоамилазы, протеазы, целлюлазы, поступающие на завод в герметичных упаковках, принимаются на заводах с технической документацией, подтверждающей стандартизованную активность препаратов.

Принятая партия ферментного препарата должна содержать сертификат качества, в котором указывается соответствующая активность ФП. Допускается относительная

погрешность величины активности в пределах $\pm 8\%$ от уровня активности, указанной в Инструкции.

После этого производится расчет расхода ферментов, необходимых для обработки сырья в течение смены согласно определенной активности и нормам расхода ФП на разжижение и осахаривание.

Качество осахаривания контролируется по йодной пробе, которая должна давать коричневое окрашивание. Если цвет фильтрата сусла после смешивания с каплей йода темно-синий или фиолетовый, то необходимо увеличить дозировку ферментов.

РАЗРАБОТАНО

Зам. директора ФГБНУ ВНИИПБТ

д.т.н.

 Римарева Л.В.

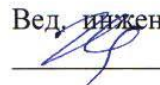
Вед. н. сотр. отдела
биотехнологии ферментных
препаратов, к.т.н.

 Оверченко М.Б.

Ст. н. сотр.

 Игнатова Н.И.

Вед. инженер

 Хричикова Г.Н.