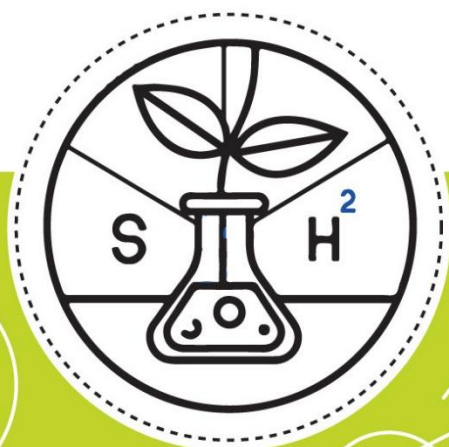


ІІТМО

И.В. СМОТРАЕВА, П.Е. БАЛАНОВ

ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СОЛОДОВ



**Санкт-Петербург
2026**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

И.В. Смотраева, П.Е. Баланов
ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СОЛОДОВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО
по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология
в качестве учебного пособия для реализации основных профессиональных
образовательных программ высшего образования бакалавриата

ИТМО

Санкт-Петербург
2026

Смотраева И.В., Баланов П.Е. Технология специальных солодов – СПб:
Университет ИТМО, 2026. – 89 с.

Рецензент(ы):

Федоров Александр Валентинович, доктор технических наук, доцент (квалификационная категория «ординарный доцент») факультета биотехнологий, Университета ИТМО.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 19.03.01 «Биотехнология», а также для специалистов пивоваренной и смежных отраслей. В пособии подробно рассматриваются виды специальных солодов — солода технологического назначения (кислый, высокоферментированный), солода, предназначенные для корректировки органолептических свойств (карамельный, меланоидиновый, жженный), солода из разных зерновых культур (пшеница, рожь, овес, просо и другие) — их технологические особенности, сырьевая база, режимы проращивания и сушки, а также влияние на органолептические и физико-химические свойства конечной продукции. Пособие содержит теоретические основы, современные методы производства и практические рекомендации.

ИТМО

ИТМО (Санкт-Петербург) — национальный исследовательский университет, научно-образовательная корпорация. Альма-матер победителей международных соревнований по программированию. Приоритетные направления: IT и искусственный интеллект, фотоника, робототехника, квантовые коммуникации, трансляционная медицина, Life Sciences, Art&Science, Science Communication.

Лидер федеральной программы «Приоритет-2030», в рамках которой реализуется программа «Университет открытого кода». С 2022 ИТМО работает в рамках новой модели развития — научнообразовательной корпорации. В ее основе академическая свобода, поддержка начинаний студентов и сотрудников, распределенная система управления, приверженность открытому коду, бизнес-подходы к организации работы. Образование в университете основано на выборе индивидуальной траектории для каждого студента.

ИТМО пять лет подряд — в сотне лучших в области Automation & Control (кибернетика) Шанхайского рейтинга. По версии SuperJob занимает первое место в Петербурге и второе в России по уровню зарплат выпускников в сфере IT. Университет в топе международных рейтингов среди российских вузов. Входит в топ-5 российских университетов по качеству приема на бюджетные места. Рекордсмен по поступлению олимпиадников в Петербурге. С 2019 года ИТМО самостоятельно присуждает ученые степени кандидата и доктора наук.

© Университет ИТМО, 2026

© Смотряева И.В., Баланов П.Е., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Технологическая схема приема, подработки, хранения зерна и солодовенного производства	4
Солодовенное производство	7
Солода технологического назначения	11
Высокоферментированный солод	11
Кислый солод	13
Солод короткого ращения	15
гН солод	17
Солода для корректировки органолептических свойств	19
Венский и мюнхенский типы солодов	19
Карамельный солод	22
Томленный солод	26
Меланоидиновый солод	29
Жженный солод	31
Копченый солод	36
Солода из прочих злаковых культур	40
Пшеничный солод	40
Ржаной солод	43
Солод из тритикале	47
Солод из сорго	52
Солод из проса	55
Солод из овса	58
Солод из гречихи	62
Лабораторный практикум	65
Список литературы	80
Приложение 1	81
Приложение 2	86
Приложение 3	89

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» при изучении дисциплины «Технологии производства пива и слабоалкогольных напитков», с целью формирования базовых знаний, умений и навыков, необходимых для понимания особенностей при разработке проектов солодовенных предприятий.

В пособии рассмотрены теоретические, технологические и технические аспекты производства специальных солодов.

Если базовый светлый ячменный солод формирует основу большинства пивных стилей, то именно специальные солода открывают пивовару путь к творчеству, разнообразию и стилистической выразительности. Карамельные, жженые, кислые, копченые, кристаллические, мюнхенские, венские — каждый из них вносит уникальный вклад в профиль пива: от нот изюма и карамели до шоколада, кофе, ореха, дыма или едва уловимой кислинки. Более того, некоторые специальные солода выполняют не только органолептическую, но и технологическую функцию — регулируют pH, повышают стойкость пены, улучшают коллоидную стабильность или обеспечивают ферментативную активность в рецептурах с несоложёнными компонентами.

Настоящее пособие посвящено технологии производства специальных солодов — от агрономических особенностей сырья до тонкостей проращивания и термической обработки. В нём рассматриваются физико-химические процессы, лежащие в основе формирования цвета, вкуса и функциональных свойств каждого типа солода, приводятся современные промышленные и лабораторные методы контроля качества, а также даются практические рекомендации по их применению в пивоварении. Особое внимание уделено таким аспектам, как управление реакцией Майяра и карамелизацией, контроль образования летучих соединений, стабилизация ферментов и обеспечение микробиологической чистоты.

Учебное пособие будет полезно как при освоении теоретического курса, так и при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, так как содержит теоретические и практические аспекты производства специальных солодов. В конце разделов приведены контрольные вопросы, которые позволят самостоятельно оценить степень освоения материала.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИЕМА, ПОДРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Прием, хранение, очистка и сортирование ячменя

На солодовенные предприятия ячмень поступает в короткий послеуборочный период — с конца лета до середины осени, в количестве, необходимом для выполнения предприятием годовой программы производства. В связи с этим приемные устройства и зерноочистительные машины должны иметь достаточную производительность, а зернохранилища — достаточную вместимость.

Очистка зернового сырья на солодовенном предприятии проводится в 2 стадии:

1. Первичная (предварительная) очистка.
2. Вторичная (основная) очистка.

Первичная очистка. Цель – удаление пыли, а также сорных и вредных примесей, которые могут вызвать порчу ячменя во время хранения, снизить его качество и увеличить потери.

Осуществляют первичную очистку ячменя в относительно короткий период времени (менее суток) непосредственно перед закладкой его на длительное хранение. При осуществлении первичной очистки выполняют следующие задачи:

- взвешивание;
- транспортирование;
- очистка от примесей.

При повышенной влажности поступающего на хранение зерна его предварительно подвергают подсушиванию до 12-14 % влажности. При значении выше критического, которое для ячменя составляет 14,5 %, в зерне интенсивно протекают физиологические процессы (дыхание зерна), вследствие которых в межзерновое пространство выделяется значительное количество влаги и теплоты. Это, в свою очередь, приводит к следующим негативным последствиям:

- постепенное повышение температуры зерна (самосогревание);
- увеличение потерь сухих веществ ячменя;
- ухудшение качества ячменя (появление затхлого запаха)
- увеличение риска развития болезнетворных микроорганизмов, которые могут ухудшить всхожесть и качество зерна.

При первичной очистке сортировку ячменя не проводят.

Вторичная очистка. Цель – удаление из зерна оставшихся в нем после первичной очистки примесей, поврежденных зерен, зерен других злаков и сортирование зерна. Сортирование зерна необходимо для равномерного замачивания и проращивания ячменя.

Вторичную очистку осуществляют равномерно, в течение всего года, непосредственно перед подачей ячменя в солодовенное производство. Производительность зерноочистительных машин на стадии второй очистки ниже (примерно в 3-4 раза), чем на первичной очистке, но при этом степень очистки выше.

Для вторичной очистки ячменя используют воздушно-ситовые и магнитные сепараторы, триеры, а очищенный ячмень разделяют по фракциям (фракционируют) на сортирующих машинах. При производстве солода используют ячмень только I и II классов.

На рис. 1 приведена принципиальная структурная схема приема, хранения, очистки и сортирования ячменя на солодовенном предприятии.

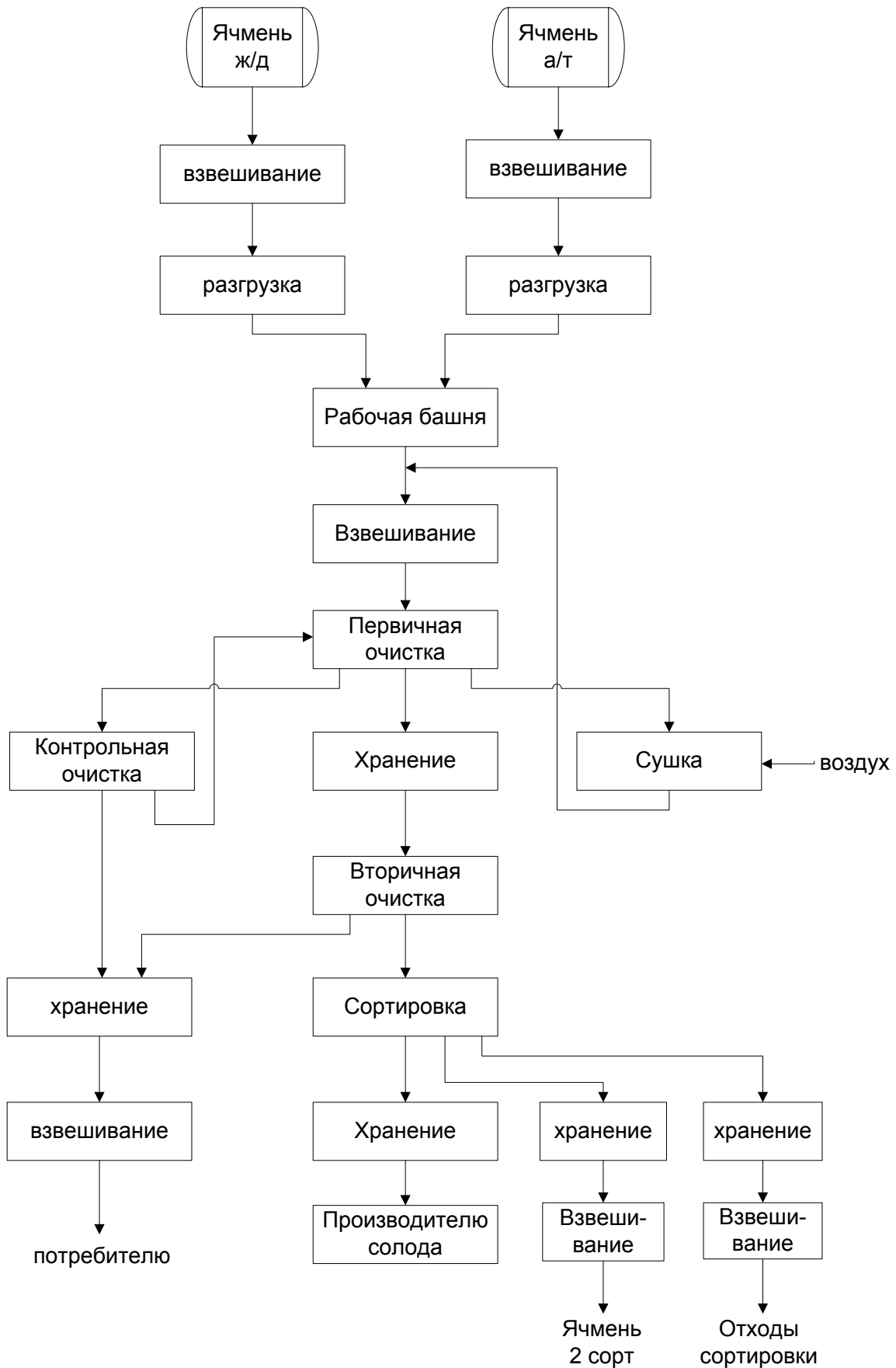


Рис. 1. Принципиальная структурная схема приема, хранения, очистки и сортирования ячменя

СОЛОДОВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Основные технологические стадии производства

Солодом называют зерно, искусственно пророщенное и высушенное в определенных температурных условиях. В процессе приготовления солода в зерне протекают сложные биохимические процессы, в результате которых:

- синтезируются и активизируются ферменты;
- при участии этих ферментов осуществляются изменения различных компонентов зерна.

Пивоваренный ячменный солод проращивают 5-7 суток, затем его высушивают, в результате чего он приобретает требуемые органолептические качества и способность к продолжительному хранению.

В производстве солода, принципиальная схема которого приведена на рис. 2, можно выделить следующие технологические стадии:

- мойка и замачивание зерна;
- солодоращение;
- сушка свежепроросшего солода;
- охлаждение солода и отделение ростков;
- отлежка свежего солода.

На стадии мойки и замачивания выполняются следующие задачи: мойка, дезинфекция ячменя, вымывание избытка полифенолов (горьких веществ) из ячменя и достижение необходимой влажности.

Замачивание ячменя – искусственное насыщение зерна водой – осуществляется с целью активизации в нем ферментных систем, способствующих прорастанию.

Солодоращение – главный процесс при производстве солода. Основная его цель – образование ферментов, необходимых для расщепления веществ при затирации (затираание – технологическая операция при приготовлении пивного сула). Кроме того, в процессе проращивания происходит подготовка и биохимические превращения запасных веществ эндосперма, главным образом – это клеточные стенки крахмальных гранул, состоящих в основном из бета-глюкана и белка, входящего в состав крахмальных гранул.

Полученный при проращивании солод имеет высокую влажность (42-45%) и не пригоден для хранения. Он имеет сырой запах, вкус и по своему химическому составу не удовлетворяет требованиям пивоварения:

- в нем нет красящих и ароматических веществ;
- содержится большое количество белков, растворяющихся в пиве с образованием помутнений.

Технологическими целями сушки солода являются:

- подавление физиологических и ферментативных процессов в зерне;
- снижение влажности солода до 3–4 % для обеспечения его продолжительного хранения и транспортировки;
- тепловая обработка, в результате которой солод приобретает специфические органолептические свойства;
- придание хрупкости и ломкости солодовым росткам.

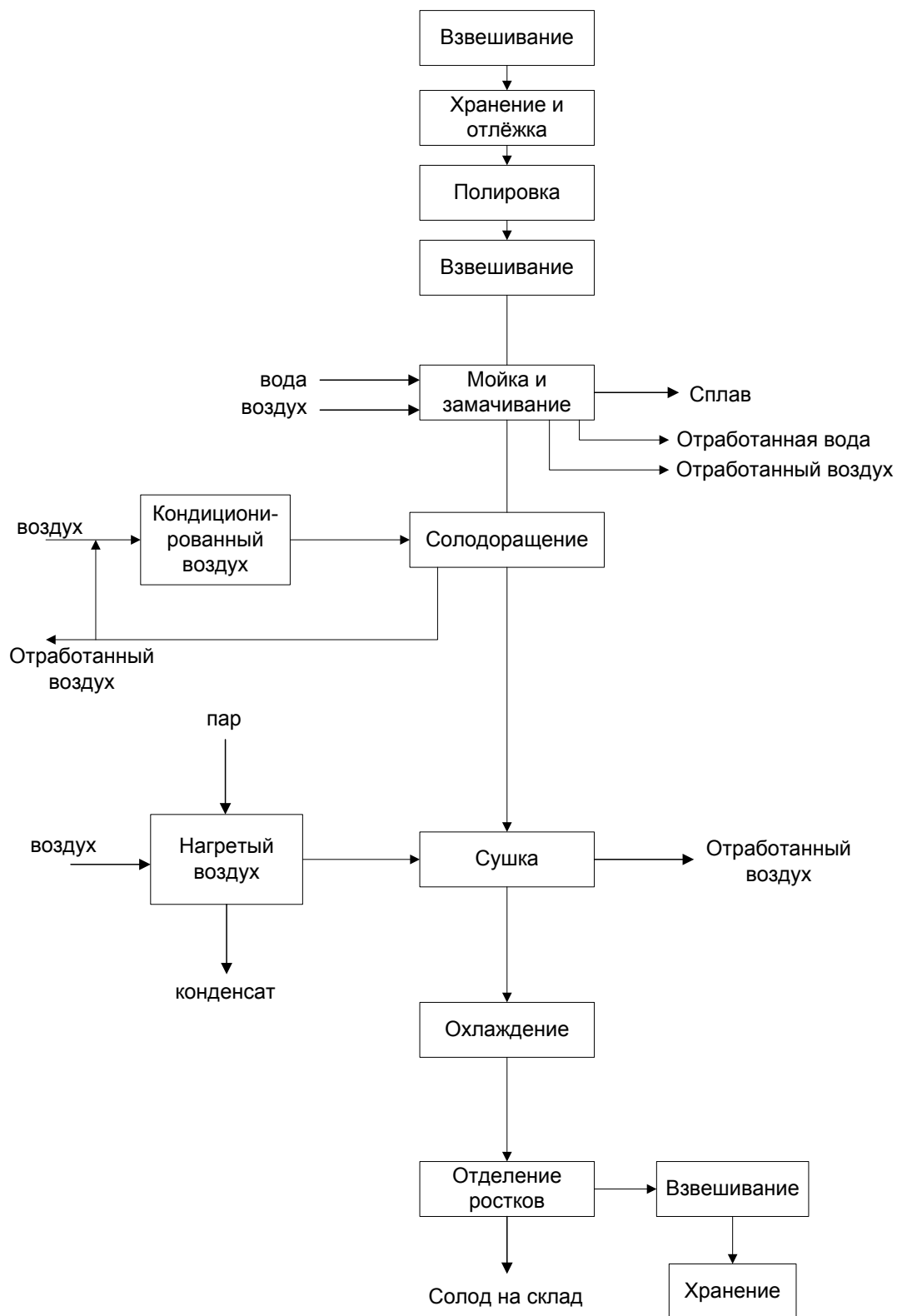


Рис. 2. Структурная схема солодовенного производства

Высушенный солод имеет температуру порядка 80°С и в таком виде храниться не может. Его охлаждают путем продувания холодным воздухом или в отдельном охладительном бункере до температуры 35–40°С.

В высушенном солоде находятся ростки в количестве 3–4 % от общей массы. Для дальнейшей переработки солода ростки должны быть удалены, так как в них содержится алколоид гордеин, придающий пиву неприятный горький привкус.

Свежевысушенный солод не подходит для использования в пивоварении в связи с тем, что:

- образуется слишком мелкий помол;
- сусло из такого солода получается мутное и плохо фильтруется;
- брожение сусла замедляется;
- молодое пиво недостаточно осветляется;
- готовое пиво имеет низкую коллоидную стабильность.

В связи с этим медленнопротекающие биохимические и физические процессы при отлежке солода являются обязательными.

При отлежке амилолитическая способность солода увеличивается, увеличивается также и его кислотность. Происходит процесс набухания органических веществ солода, что помогает структурным превращениям веществ солода.

Необходимое время отлежки составляет 1–2 месяца.

В табл. 1 представлено устанавливаемое оборудование для каждой технологической операции солодовенного производства.

Технологическое оборудование

Таблица 1

Перечень операций технологического процесса	Наименование продукции	Устанавливаемое оборудование
1	2	3
Прием зерна а) с железной дороги б) с автотранспорта	Товарный ячмень	Вагоноразгрузчик, механическая лопата, бункер приемный, конвейеры ленточные, нории Автомобилеразгрузчик, бункер приемный, конвейеры ленточные, нории
Взвешивание ячменя	Товарный ячмень	Весы автоматические (тип, марка - в зависимости от производительности завода)
Первичная очистка	Товарный ячмень, отходы - зерновые и	Сепаратор, бункера надсепараторные, подсепараторные, для отходов

	сорные	
Хранение ячменя	Товарный ячмень после I очистки	Силоса
Вторичная очистка	Очищенный ячмень отходы - зерновые и сорные	Сепаратор, бункера, надсепараторные, подсепараторные, для отходов
Сортировка ячменя	Сортированный ячмень (I, II и III сортов)	Машина для сортировки ячменя, бункера для ячменя I, II, III сорта
Сушка ячменя при необходимости	Товарный ячмень	Зерносушилки, бункера, нории, ленточный конвейер
Замачивание	Замоченный ячмень	Бункер над моечным чаном, моечный чан, замочный чан
Солодоращение	Солод свежепроросший	Пневматические ящики, ящики типа «передвижная грядка»
Сушка свежепроросшего солода	Солод сухой	Вертикальная сушилка непрерывного действия, горизонтальные солодосушилки
Солодоращение в аппарате большой единичной мощности	Замоченный ячмень	Пневматический агрегат
Отделение ростков	Солод сухой и ростки	Росткоотбивные машины, бункера перед росткоотбивной машиной и после (для солода и ростков)
Взвешивание солода	Солод сухой	Автоматические весы
Выдержка и хранение	Солод товарный	Силоса, закрома, металлические бункеры
Полировка солода (очистка)	Полированный солод	Ситовые машины Бункера до и после машины (для солода и отходов)
Отпуск ячменя и солода на пивоваренное производство и на реализацию	Ячмень I и II сорта полированный солод товарный солод	Автоматические весы, бункера, транспортное оборудование (конвейера ленточные, нории)

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют основные этапы солодовенного производства?
2. Какие существуют вспомогательные операции в солодовенном производстве?

3. Какие виды транспорта могут быть задействованы при приёмке ячменя на солодовенное производство?
4. Какие виды очистки зерновой массы существуют?
5. Какие процессы протекают на этапе проращивания солода?
6. Для чего осуществляют сушку солода?
7. Для чего осуществляют отлёжку солода?

Специальные солода по назначению делятся на две группы.

К первой группе относятся солода технологического назначения, применение которых направлено на ускорение процессов затирания: высокоферментативный солод, кислый солод, солод короткого ращения.

Во вторую группу входят ячменные солода, предназначенные для корректировки вкуса, запаха и цвета пива, определяющие сортовые особенности пива: темные, карамельные, обжаренные солода, а также редко применяемые в отечественном пивоварении меланоидиновый, томленный, пшеничный и ржаной солод.

СОЛОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВЫСОКОФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СОЛОД

Высокоферментированный солод - это пивоваренный солод, специально произведённый с максимальной сохранностью и активностью гидролитических ферментов, в первую очередь:

- α -амилазы - расщепляет крахмал на декстрины;
- β -амилазы - образует сбраживаемые сахара (мальтозу);
- протеаз и пептидаз - расщепляют белки до аминокислот (для питания дрожжей);
- β -глюканызы - разрушают клеточные стенки (β -глюканы) для улучшения фильтрации.

Такой солод обладает высокой диастатической силой (Diastatic Power, DP) и/или высокой активностью по Виндишу–Кольбаху (WK), что позволяет ему не только осахаривать собственный крахмал, но и эффективно перерабатывать крахмал несоложёных злаков (рис, кукуруза, пшеница, просо, ячмень и др.). Характеристики высокоферментированного солода представлены в табл. 2.

Характеристика высокоферментированного солода

Таблица 2

Показатель	Значение / Диапазон
Диастатическая сила (DP), °Lintner (°L)	70-120 (у базового светлого солода — 40-55)
Диастатическая сила по Виндишу-Кольбаху, ед. WK	350-600

Число Кольбаха (растворимый азот / общий азот), %	38-45
Экстрактивность, %	80-83
Цвет, ЕВС	2–4
Концентрация β -глюканов, мг/100 г	менее 100
Вязкость суслу, мПа·с	1,45–1,60
pH (10% сусло)	5,7–5,9
Фриабельность, %	80-86

Технология высокоферментированного солода

Производство направлено на максимизацию синтеза и сохранение ферментов. Ключевые этапы:

Выбор сырья. Используются сорта ячменя с высоким содержанием белка (11–13% для двурядного, 14–16% для шестирядного). Урожай не старше 12 месяцев, так как старый ячмень теряет жизнеспособность и ферментативный потенциал. Очень важна высокая прорастаемость более 98%.

Замачивание. При проведении замачивания необходимо достичь влажности 44–46% (чуть выше обычного). Режим замачивания, как правило, включает 3 цикла: 10 ч замачивания / 6 ч дренажа + аэрация. Температура воды 14–16 °С стимулирует синтез гиббереллинов, что приводит к активации алейронового слоя. Для избегания ингибирования ферментов необходимо использовать воду низкой щёлочности (pH 6.0–6.5).

Проращивание. Длительность проращивания составляет 4,5–5,5 суток при влажности воздуха 95–98% и температуре 12–14 °С (оптимальна для β -амилазы; выше 16 °С — быстрая инактивация). Для предотвращения спутывания и равномерного прорастания проводят ворошение каждые 6–8 часов. Контроль процесса проращивания осуществляется по длине ростка, она должна составлять 0,75–1,0 длины зерна. Растворимый азот растёт, но без чрезмерного белкового распада. Ферменты синтезируются в алейроновом слое и диффундируют в эндосперм.

Сушка. Используется сверхмягкий режим, цель – остановить проращивание, сохранить ферменты, минимизировать цвет и аромат. Основную стадию сушки проводят в течение 8–12 ч при 45–50 °С с высокой вентиляцией, затем температуру повышают до 55–60 °С и выдерживают 2–4 ч. На завершающей стадии важно поддерживать температуру не выше 65 °С (α -амилаза инактивируется >70 °С, β -амилаза >65 °С). Конечная влажность должна быть не более 4,0%. Послепроизводственная обработка включает удаление ростков и хранение при температуре <15 °С и влажности <60%, так как ферменты деградируют при высокой температуре. Основные параметры контроля качества высокоферментированного солода представлены в табл.3.

Метод	Норма для высокоферментированного солода
Диастатическая сила по методу Виндиша-Кольбаха, ед. WK	≥ 350 , оптимально 400–600
Диастатическая сила Diastatic Power ($^{\circ}$ Lintner)	≥ 60 , оптимально 80–120
Свободный аминный азот Free Amino Nitrogen (FAN), мг/л	≥ 140
Вязкость сусла, мПа·с	$< 1,55$
β -глюканы, мг/100 г	< 100

Преимущества высокоферментированного солода:

- позволяет использовать дешёвые несоложёные источники крахмала;
- увеличивает выход экстракта;
- улучшает ферментируемость сусла;
- обеспечивает стабильность процесса при низком качестве базового солода.

Недостатки высокоферментированного солода:

- может давать более сухое пиво (высокая степень сбраживания);
- высокоферментированный солод из шестирядного ячменя дает грубый вкус и не подходит для премиальных стилей;
- требует точного контроля температуры в затирании;
- не нужен при варке из 100% хорошо растворенного солода.

Высокоферментированный солод — это технологический «усилитель», он не определяет вкус напрямую, но обеспечивает надёжность, эффективность и гибкость пивоваренного процесса. Особенно ценен в промышленном пивоварении, где важны экономия сырья и стабильность, а также в крафтовой среде — при экспериментах с нетрадиционными ингредиентами.

КИСЛЫЙ СОЛОД

Кислый солод предназначен для корректировки величины pH заторов при получении светлых лагерных сортов, безалкогольного, пшеничного пива и кислых элей. Цветность солода составляет 3,5–3,6 ед. ЕВС, величина pH – 3,4–3,5. Активным компонентом этого солода является молочная кислота, содержание которой может достигать 3–4%. Расход солода зависит от качества светлого солода,

особенно его буферных свойств, и жесткости воды и не превышает 10% от массы засыпи.

Внесение кислого солода способствует:

- повышению выхода экстракта за счет создания оптимальных физико-химических условий (величины pH) для проявления активности гидролитических ферментов;
- увеличению буферных свойства затора за счет повышения концентрации фосфатов в сусле;
- снижению цветности сусле;
- улучшению органолептических свойств пива;
- большему накоплению в сусле аминного азота и редуцирующих веществ;
- созданию благоприятных условий для жизнедеятельности дрожжей;
- повышению конечной степени сбраживания сусле;
- повышению коллоидной стойкости пива;
- повышению пенообразования.

Характеристика кислого солода приведена в табл.4.

Характеристика кислого солода

Таблица 4

Показатель	Значение
Цвет, EBC	3–6
Экстрактивность, %	80–82
Содержание молочной кислоты, % от массы сухого вещества	1–3
pH солодового затора (при 5% кислого солода)	снижает pH на 0,1–0,3 единицы
Вкус и аромат	нейтральный, слегка кисловатый, не влияет на органолептику пива при умеренном использовании

Существует два основных типа кислого солода, отличающихся методом получения молочной кислоты:

1. Ферментированный (инокулированный) кислый солод.

При получении такого солода молочная кислота образуется естественным путём в процессе проращивания. На стадии проращивания к солоду добавляются штаммы молочнокислых бактерий, чаще всего *Lactobacillus* spp. При проращивании необходимо поддерживать высокую влажность и температуру около 35–40°C. После 2–3 дней проращивания (когда эндосперм начинает растворяться, активизируются ферменты и образуются сахара) вносят культуру *Lactobacillus* (чаще всего *Lb. delbrueckii* или *Lb. brevis*), pH в зерне снижается до 4,0–4,5 в течение 12–24 часов.

Молочнокислые бактерии ферментируют сахара солода и вырабатывают молочную кислоту.

Ферментация протекает от 12 до 36 часов (до достижения 1–3% молочной кислоты) при температуре 35–42 °С и влажности 50–55%.

После достижения нужной концентрации молочной кислоты солод сушат, чтобы остановить ферментацию. Для остановки ферментации повышают температуру до 65–70 °С, а затем проводят досушку солода в течении 6–12 ч при температуре 50–60 °С. Готовый солод имеет влажность около 5 %.

Данная технология имеет ряд преимуществ: естественный процесс ферментации соответствует принципам «чистой этикетки» (clean label) и допускается в органическом пивоварении. К недостаткам можно отнести сложность контролирования точного количества молочной кислоты, а также возможны вариации между партиями солода.

2. Насыщенный (инфильтрованный) кислый солод.

Производится из готового высушенного светлого солода. Готовый солод охлаждается до 30–40 °С и опрыскивается раствором пищевой молочной кислоты (обычно 80% молочная кислота разбавляется водой до концентрации 10–20%) в дозировке 1–3% от массы сухого солода. Солод выдерживают 1–2 ч при 40–50 °С для равномерного распределения кислоты. Затем проводится стабилизирующая досушка при умеренных температурах около 50–60 °С до влажности $\leq 5\%$, чтобы равномерно распределить кислоту и удалить излишки влаги. К преимуществам данного способа можно отнести точный контроль концентрации молочной кислоты, стабильность партий, простоту производства.

Производители кислого солода: Weyermann (Германия), BestMalz (Германия), Viking Malt (Финляндия), Briess (США), Simpsons (Великобритания).

Дозировка кислого солода в пивоварении обычно составляет 1–10% от общей засыпи. Для коррекции pH в жесткой воде добавляют 2–5% кислого солода. В стилях пива типа Berliner Weisse, Gose используют до 10%.

Кислый солод позволяет эффективно регулировать pH без резких изменений во вкусе или аромате. Его применение актуально в регионах с жесткой водой, а также при производстве светлых лагерных сортов, пшеничных сортов пива и кислых элей.

В России кислый солод не производят, поэтому при затирании для изменения pH используют молочную кислоту или производят биологическое подкисление затора.

СОЛОД КОРОТКОГО РАЩЕНИЯ

Солод короткого ращения используется для традиционных лагерных стилей, приготовленных отварочными способами. Также используется при переработке перерастворенных солодов и с целью повышения пенообразования и пеностойкости.

Различают два типа солодов короткого ращения:

- «наклюнувшийся» – это ячмень после 48–72 ч замачивания. Такой солод можно рассматривать как несоложенный ячмень с точки зрения влияния на фильтруемость пива и содержание в нем высокобелковых соединений;

- «короткий» – это солод, который после замачивания проращивают 2–4 суток. С технологической точки зрения он не вызывает затруднений при переработке.

Солод короткого ращения — это ячменный (или другой злаковый) солод, у которого процесс проращивания остановлен раньше, чем в стандартном солоде. В результате он обладает:

- Пониженной степенью модификации эндосперма (клейковины и клеточных стенок);
- Высокой ферментативной активностью (особенно β -амилазы и протеаз);
- Уменьшенным распадом запасных веществ в зерне.

Такой солод намеренно недомодифицирован, чтобы сохранить структуру зерна и ферменты для последующей работы в затирании — особенно при использовании декокционного (отварочного) затирания или в рецептурах с высоким содержанием несоложёных злаков.

Цель применения солода короткого ращения:

1. Поддержка декокционного (отварочного) затирания. При кипячении части затора структура солода короткого ращения лучше выдерживает термическую обработку, а ферменты активируются постепенно.
2. Контроль над распадом белков и крахмала. Этот солод позволяет точнее управлять профилем сусла (тело, пенообразование, сбраживаемость).
3. Использование в смесях с несоложёными злаками. Благодаря высокой ферментативной силе он способен осаживать рис, кукурузу, пшеницу без добавления ферментов.
4. Сохранение солодового характера. В некоторых стилях (например, чешские и баварские лагеры) этот тип сырья придаёт насыщенный солодовый вкус.

Характеристика солода короткого ращения

Таблица 5

Параметр	Значение / Особенности
Фриабельность, %	70-80
Вязкость сусла, мПа·с	1,65–1,85 (из-за высокого содержания β -глюканов и декстринов)
Диастатическая сила, ед. WK	350
Цвет, EBC	2–4
Экстрактивность, %	78–80
Содержание β -глюканов, мг/100 г	более 180
pH (для 10% сусла)	5,8–6,0

Технология солода короткого ращения

Замачивание. Основная цель: активировать ферменты, но не разрушать структуру эндосперма. Замачивание проводят до влажности зерна 42–44%. Режим состоит из 2–3 циклов замачивания/аэрации (по 8–12 ч замачивания и 6–8 ч дренажа) при температуре воды 12–16 °С. У солода короткого проращивания время замачивания может быть немного сокращено, чтобы не ускорять прорастание.

Проращивание. Длительность проращивания 2,5–3,5 суток при влажности воздуха 90–95% и низкой температуре 12–14 °С, что замедляет ферментативный распад. Ворошение проводят чаще, чем обычно (каждые 8–12 ч), чтобы избежать спутывания ростков. Контроль осуществляется по длине ростка: корешок должен быть равен 0,5–0,75 длины зерна (у стандартного — 0,75–1,0).

Сушка. Сушка начинается при высокой остаточной влажности (40–42%).

Применяют мягкий двухстадийный режим сушки, без высокотемпературного воздействия, чтобы не инактивировать β-амилазу. Первая стадия при температуре 50–55 °С идет 12–16 ч, позволяет снизить влажность и сохранить ферменты. Вторая стадия длится 2–4 ч при температуре 60–65 °С. Конечная влажность солода составляет ≤4,5%. После сушки удаляют ростки и проводят калибровку по размеру для равномерного дробления.

Производители:

- Weyermann (Германия);
- BestMalz (Германия);
- Svijany (Чехия).

rH СОЛОД

Термин «rH солод» (иногда пишется как RH malt, rH-malt или rH value malt) не обозначает отдельный вид солода, а относится к технологическому параметру — значению rH, которое характеризует окислительно-восстановительные свойства солода и, в частности, его степень окисления.

Этот параметр особенно важен в производстве светлых лагеров, где стабильность вкуса и отсутствие окислительных дефектов (картонный, бумажный привкус) критичны.

rH — это безразмерная величина, описывающая редокс-потенциал (окислительно-восстановительный потенциал) среды. Она показывает, насколько «восстановительной» (антиоксидантной) или «окислительной» является система.

Формула для расчёта (1):

$$rH = \frac{Eh}{0,029} + 2 \cdot pH, \quad (1)$$

где:

Eh — измеренный окислительно-восстановительный потенциал (в вольтах),

pH — кислотность.

Чем ниже значение rH, тем более восстановительная (менее окисленная) среда и соответственно лучше стабильность пива.

«rH солод» — это солод с низким значением rH, то есть максимально «восстановленный», полученный по специальной технологии, направленной на сохранение антиоксидантных свойств и минимизацию окисления во время сушки и хранения.

Основные характеристики rH солода:

- Низкое значение rH: обычно <10–12 (в то время как у обычного пилзнерского солода rH ≈ 14–18).
- Высокое содержание восстановленных форм фенолов и тиолов.
- Минимальное воздействие кислорода на всех этапах: от проращивания до упаковки.
- Особый режим сушки: низкие температуры, инертная атмосфера (азот), быстрое охлаждение.

Данный тип солода используется в производстве премиальных светлых лагеров (например, чешских Pilsner, немецких Helles), где требуется максимальная свежесть, недопустимы даже слабые окислительные тона, важна долгосрочная органолептическая стабильность.

Пиво из rH солода:

- Дольше сохраняет свежий вкус,
- Менее подвержено развитию картонного привкуса,
- Имеет более яркий хмелевой профиль (окисление маскирует летучие соединения хмеля).

Основной разработчик и производитель — немецкая компания Weyermann. Название продукта: Weyermann rH-Malt (или RH-Malt). Цвет: ≈3 EBC (светлый базовый солод). Применяется до 100% в засыпи для премиальных сортов пива низового брожения. Важной особенностью этого продукта является то, что весь процесс проводится в атмосфере азота для исключения контакта с кислородом.

Weyermann заявляет, что использование их rH-Malt увеличивает срок свежести пива на 30–50%. Сравнительная характеристика светлого базового солода и rH солода представлена в табл. 6.

Сравнительная характеристика светлого солода и rH солода

Таблица 6

Параметр	Базовый светлый солод	rH солод
rH	14–18	9–12
Контакт с O ₂ при сушке	Есть	Минимизирован (азот)
Срок хранения без потери свежести	6–9 месяцев	12 и более месяцев

Цена	Стандартная	На 20–40% дороже
------	-------------	------------------

Контрольные вопросы:

1. Что такое специальные солода технологического назначения? Чем они отличаются от основных солодов?
2. Какова основная цель использования высокоферментированного солода в пивоварении?
3. Почему кислый солод применяется при производстве пива? Какой показатель он регулирует?
4. Что означает термин «солод короткого ращения»? Какие его технологические особенности?
5. Что такое гН-солод? Как расшифровывается аббревиатура «гН» и что она характеризует?

СОЛОДА ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕНСКИЙ И МЮНХЕНСКИЙ ТИПЫ СОЛОДА

Венский и мюнхенский солоды — это два классических типа умеренно карамелизованного солода, получаемых в процессе медленной сушки с постепенным повышением температуры, что приводит к развитию характерных цвета, аромата и вкуса за счёт реакций Майяра и частичной карамелизации. Они играют ключевую роль в традиционных европейских лагерах и элях, придавая напитку глубину, насыщенность и сложность.

По российской номенклатуре мюнхенский солод и, в предельных цветовых случаях, венский солод можно отнести к категории темных солодов по ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия». Согласно этому документу, обобщенная группа темных солодов должна иметь органолептические характеристики, представленные в табл. 7.

Органолептические показатели карамельного солода

Таблица 7

Наименование показателя	Характеристики темного солода
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей
Цвет	От светло-желтого до желтого. Не допускаются тона зеленоватые и темные. Цвет пшеничного солода темно-желтый с коричневым оттенком
Вкус	Солодовый, сладковатый. Не допускаются посторонние привкусы

Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту
-------	---

По физико-химическим показателям темный ячменный и пшеничный солод должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 8.

Физико-химические показатели темного солода

Таблица 8

Наименование показателя	Значение показателя для темного солода	
	Ячменного	Пшеничного
Проход через сито (1,7 x 20) мм, %, не более	Не регламентируется	7,0
Количество мучнистых зерен, % не менее	85,0	
Количество стекловидных зерен, % не менее	5,0	
Количество темных зерен, %, не более	10,0	
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	78	80
Разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов, %, не более	2,0	4,0
Массовая доля белковых веществ в сухом веществе солода, %, не более	12,2	
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха), %	Не регламентируется	38-43
Прозрачность лабораторного сусла (визуально)	Не регламентируется	
Продолжительность осахаривания лабораторного сусла, мин, не более	Не регламентируется	
Цвет лабораторного сусла, ц. ед.	Не менее 0,44	
Цвет лабораторного сусла, ед. EBC	Не менее 7,1	

Кислотность лабораторного сусле, к. ед.	Не регламентируется	
Массовая концентрация бета-глюкана в лабораторном сусле, мг/дм ³ , не более	300	Не регламентируется

Венский солод

Название происходит от австрийского города Вена, где в XIX веке был разработан для пива «Венский лагер» (Wiener Lager). Светло-янтарный до янтарного цвета. Умеренная степень обжарки/сушки. Придаёт пиву мягкий тостовый, сухофруктовый или хлебный аромат.

Мюнхенский солод

Происходит из Баварии (Германия), особенно связан с мюнхенскими сортами пива «Мартовское» (Märzen) и «Бок» (Bock). Темнее венского, от янтарного до коричневатого-красного. Имеет выраженный насыщенный вкус с оттенками хлеба, тостов, иногда с нотами орехов или карамели. Может использоваться как базовый солод в некоторых стилях (особенно в тёмных сортах пива низового брожения).

Характеристики венского и мюнхенского солодов приведены в табл. 9.

Характеристики венского и мюнхенского солодов

Таблица 9

Наименование показателя	Венский солод	Мюнхенский солод
Цвет, ед. EBC	4-10	7-30
Экстрактивность, %	78-80	74-80
Диастатическая сила, ед. WK	25–40	10–25; у тёмных видов - почти отсутствует
Вкус	Сладковато-хлебный, сухофруктовый, зерновой	Глубокий, хлебный, ореховый, карамельно-тостовый
Аромат	Лёгкий запах свежего хлеба, печёного зерна	Интенсивный аромат ржаного хлеба, кофе, карамели

Венский и мюнхенский солода можно разделить на несколько категорий. При этом важно помнить, что строгого регламента в этом вопросе не существует и каждый производитель интерпретирует устоявшиеся традиции по-своему.

Венский солод

1. Классический (стандартный): 3–6 EBC. Используется в оригинальных рецептах пива лагерных сортов.
2. Усиленный/«американизированный»: как правило, несколько темнее (до 7–10 EBC), с более выраженным вкусом. Применяется в янтарных элях и лагерах.

Мюнхенский солод

1. Светлый мюнхенский (Light Munich) имеет цвет 6–9 EBC, сохраняет высокую ферментативную активность. Часто используется как замена части базового светлого солода для обогащения вкуса.
2. Средний мюнхенский (Standard Munich) имеет цвет 9–16 EBC, классический тип, используемый в мартовском пиве, праздничном и других.
3. Тёмный мюнхенский (Dark Munich) имеет цвет 16–30 (и более) EBC. Обладает слабой ферментативной активностью. Даёт насыщенный хлебно-карамельный профиль.

Некоторые производители (например, Weyermann, Bestmalz, Simpsons) маркируют свои солода с буквенно-цифровой маркировкой (например, Munich I, II), где число после названия характеризует интенсивность цвета солода.

Технология производства

Оба типа солода производятся по схожей технологии, отличающейся температурным режимом сушки и длительностью фаз.

1. Замачивание зерна до 42–46% влажности.
2. Проращивание 4–6 дней при 14–18°C, с контролем ростовых процессов и выработки ферментов.
3. Сушка - ключевой этап, определяющий тип солода.

Для венского солода:

Начальная температура сушки составляет 50–55°C в течение 12–24 ч. Затем происходит постепенное повышение температуры до 80–85°C в течение 24–48 часов. Влажность на выходе составляет 4–5%. При производстве преобладают реакции Майяра, карамелизация минимальная. Сохраняется частичная ферментативная активность, а также развивается цвет и вкус.

Для мюнхенского солода:

Начальная температура находится на уровне 50–55°C, затем осуществляется медленное повышение температуры до 95–105°C (иногда, до 110°C, для наиболее окрашенных типов солода) в течении 48–72 часов.

В процессе длительная выдержка при 70–90°C содействует интенсивным реакциям Майяра и частичному распаду крахмала, что способствует частичной карамелизации. Из-за высоких температур ферменты существенно инактивируются, поэтому у этого типа солода достаточно низкая диастатическая сила.

КАРАМЕЛЬНЫЙ СОЛОД

Карамельный солод (иногда его называют кристаллический солод или кристалл-солод) - это специальный вид солода, который проходит уникальную термическую обработку, в результате которой внутри зерна происходят реакции карамелизации сахаров. Это придаёт солоду характерный сладкий, карамельный, иногда фруктовый или ореховый вкус, а также способность придавать пиву цвет, тело и улучшенную пенообразующую способность.

Российский ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия» относит его к специальным видам солодов и даёт ему следующее определение -

пивоваренный солод, зерно которого имеет плотную, спекшуюся структуру желтого или коричневого цвета различной интенсивности.

Этот же регламент определяет его органолептические характеристики (табл. 10):

Органолептические показатели карамельного солода

Таблица 10

Наименование показателя	Характеристики карамельного солода
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей
Цвет	От светло-желтого до коричневатого различной интенсивности
Вкус	Не допускаются горький и пригорелый привкус, как самого солода, так холодной и горячей вытяжек
Запах	Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту

Физико-химические характеристики этого солода по вышеобозначенному ГОСТу должны быть следующие (табл. 11).

Физико-химические показатели карамельного солода

Таблица 11

Наименование показателя	Значение для показателя карамельного солода	
	Первого класса	Второго класса
Массовая доля влаги, %, не более	6,0	
Массовая доля сорной примеси, %, не более	0,4	
Количество карамельных зерен, %, не менее	93,0	40,0
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, %, не менее	75,0	70,0
Показатель лабораторного сула: цвет, не менее, Лн	20	

Экстрактивность у карамельного солода, как правило, ниже, чем у базового светлого солода, так как часть крахмала уже превращена в сахара и часть из них карамелизирована.

Цвет – от светло-золотистого до почти чёрного, в зависимости от степени обжарки и измеряется в различных единицах:

1. Единицах Линтнера (ГОСТ 29294-2021);
2. Единицах цвета ЕВС (European Brewing Convention);
3. Цветовых единицах (ГОСТ 29294-2021);
4. Градусах °Lovibond (название связано с одноименной фирмой-производителем оптических приборов в Великобритании);
5. Единицах SRM (Standard Reference Method). Количественно эти единицы примерно в два раза меньше значений, выраженных в единицах ЕВС.

Этот вид солода содержат растворимые и частично карамелизированные сахара, включая мальтозу, глюкозу, а также сложные декстрины.

Ферментативная активность отсутствует или весьма низкая. Карамельный солод не способен осахаривать крахмал, его используют только как специальный солод в составе смеси с базовым (обычно в пределах 5–20% от общей массы зерновой засыпи в затор).

Вкус и аромат очень сильно варьируются в зависимости от технологии. Выделяют следующие распространенные тона: карамель, ириска, мёд, сушёные фрукты (изюм, чернослив), патока, иногда орехи или шоколад (в тёмных вариантах).

На пиво он оказывает разностороннее воздействие:

1. Увеличивает тело и сладость (даже если сахар частично ферментируется при брожении).
2. Улучшает пеностойкость.
3. Придаёт цвет.
4. Повышает стабильность пива (благодаря декстринам и меланоидинам).

По зарубежным критериям карамельный солод классифицируется в первую очередь по цвету, который напрямую связан с условиями и продолжительностью термообработки (табл. 12)

Зарубежная классификация карамельного солода по цвету

Таблица 12

Тип солода	Цвет (SRM)	Цвет (ЕВС)	Цвет (°Lovibond)	Характеристика вкуса/аромата
Extra Light Crystal	10–15	20–30	5–8	Лёгкая сладость, мёд, злаки
Light Crystal	20–30	40–60	10–15	Карамель, лёгкие фрукты
Medium Crystal	40–60	80–120	20–30	Яркая карамель, ириска, изюм
Dark Crystal	70–90	140–180	35–45	Тёмные сухофрукты, патока

Extra Dark Crystal	100–150	200–300	50–80	Кофе, шоколад, лёгкая горечь
--------------------	---------	---------	-------	------------------------------

Технология карамельного солода

Производство карамельного солода представляет собой двухэтапный процесс: проращивание и специальная термическая обработка в закрытой системе - карамелизация.

Проращивание. Как и при производстве базового солода, зёрна ячменя замачиваются в воде до влажности 42–46%, затем помещаются в солодорастильные ящики или барабаны на 4–6 дней. В процессе проращивания активируются ферменты (α - и β -амилазы, протеазы), которые частично расщепляют крахмал и белки. После этого зёрна не высушиваются, как при изготовлении светлого или тёмного солода, они остаются влажными.

Карамелизация. Влажные проросшие зёрна помещаются в закрытые ротационные барабаны, внутренняя поверхность которых может нагреваться до высоких температур. Температура постепенно повышается до 55–65°C, а затем до 100–160°C. Давление внутри системы повышается (принцип автоклавирования), что предотвращает испарение воды.

При таких условиях крахмал внутри зерна трансформируется, а ферменты (амилазы) продолжают работать (до 75°C), превращая крахмал в сахара. Затем при повышении температуры происходит карамелизация сахаров (разложение сахаров под действием тепла) и реакции Майяра (взаимодействие сахаров и аминокислот).

Принципиальным отличием этого вида солода от других окрашенных вариантов (например, темного или жженого) является то, что он не подвергается термообработке в сухом виде, а обрабатывается во влажной среде, что позволяет сахарам карамелизоваться внутри зерна, образуя специфическую стекловидную структуру.

Досушивание. После завершения вышеуказанных реакций солод высушивается при температуре 80–100°C для стабилизации качества и снижения влажности до 3–5%

Для получения различных модификаций карамельного солода существует возможность за счет управления температурой и длительностью воздействия, достаточно гибко регулировать технологический процесс.

1. Низкие температуры (60–100°C) и непродолжительное время позволяют получить легкую карамелизацию. В результате получается карамельный солод типов Extra Light Crystal и Light Crystal (табл. 12).
2. Средние температуры (100–130°C) и ограниченное время воздействия позволяют получить умеренную карамелизацию. В результате получается карамельный солод типа Medium Crystal (табл. 12).
3. Высокие температуры (130–160°C) и наиболее длительное время обработки позволяют добиться глубокой карамелизации, солода типов Dark Crystal и Extra Dark Crystal (табл. 12)

Для производства пива типовыми являются следующие дозировки: светлые карамельные солода 5–10%, солода со средней карамелизацией 5–15%, сильно карамелизованные, темные сорта карамельного солода 3–8%.

В каждом отдельном случае подбор дозировки карамельного солода должен осуществляться с учетом влияния на баланс горечи, насыщенности пива углекислым газом, концентрации этанола и т.д.

Хранить карамельный солод надлежит в сухом прохладном месте в течение 12–24 месяцев при соблюдении условий. При неправильном хранении может развиваться плесень, особенно в тёмных сортах.

ТОМЛЕННЫЙ СОЛОД

Томлёный солод — это солод, подвергшийся термической обработке после завершения фазы проращивания и перед сушкой (или вместо неё) при температуре 50–110 °С в течение нескольких часов. В отличие от обычного базового солода, где сушка происходит быстро и при контролируемых условиях, томление предполагает медленное нагревание с постепенным повышением температуры и высокой влажностью, что способствует развитию реакций Майяра и карамелизации сахаров внутри зерна.

Этот процесс придаёт солоду характерные карамельные, тостовые, ореховые или даже шоколадные оттенки вкуса и аромата, а также глубокий цвет. Томлёный солод широко используется в пивоварении для придания напитку сложности, насыщенности и уникального профиля.

Как и меланоидиновый солод, этот тип не имеет однозначной трактовки в российской нормативной базе, но упоминается в ГОСТ Р 72295-2025 «Пиво. Общие технические условия» в разделе 5.2 «Требования к сырью и технологическим вспомогательным средствам».

Томленный солод обладает следующими характеристиками:

- Цвет от светло-янтарного до тёмно-коричневого, от 20 до 80 EBC. В очень темных томленных солодах цвет может достигать 300 и более единиц EBC, но они, в практике пивоварения, используются реже.
- Экстрактивность ниже, чем у базового солода, из-за частичной потери ферментативной активности и преобразования сахаров, составляет 65–77%.
- Ферментативная активность отсутствует или сильно снижена (особенно у тёмных разновидностей).
- Во вкусе и аромате отмечаются оттенки карамели, мёда, хлебных тостов, кофе, шоколада, изюма, фиников. Их соотношение сильно варьируется в зависимости от длительности и глубины томления.
- pH сусла, получаемого из этого типа солода, обычно более низкий, чем у базового солода, и при дозировке в зерновой засыпи в количестве 5–8% может снизить итоговый pH среды на 0,1–0,2 единиц.

Выделяют несколько разновидностей томленного солода (табл.13).

Основные виды томленого солода

Таблица 13

Тип томлёного солода	Подтип	Цвет, ЕВС	Особенности производства	Характерный вкус/аромат
Томленый карамельный солод	Светлый карамельный	20-80	Томление при высокой влажности (40–50%) до сушки; внутризерновая карамелизация	Мёд, лёгкая карамель, фруктовые тона
	Умеренно-темный	80-160	Томление при высокой влажности (40–50%) и высокой температуре до 75°C; внутризерновая карамелизация	Насыщенная карамель, ирис, сухофрукты
	Темный карамельный	160-300	Интенсивное томление при высокой влажности; частичная пиролизация	Изюм, финики, хлебный тост, лёгкая горечь
Томленый ароматический солод	Ароматический	60-70	Частичная предварительная сушка (влажность ≈ 10-15 %) и медленное томление при пониженной влажности; реакции Майяра	Печёный хлеб, фрукты, интенсивная солодовость
	Бисквитный	35-45	Частичное обезвоживание и бережное томление при 50-70°C	Сухари, печенье, хлебный тост
	Меланоидиновый томленый	25-35	Томление при пониженной влажности (10-12%) и температурные режимы способствующие накопления меланоидинов	Насыщенный солодовый, придаёт пиву вкусовую ёмкость («тело»)
Очень темный томленый солод	-	350-450	Глубокое томление без обжига; максимальное накопление продуктов реакций Майяра и карамелизации	Виноград, изюм, финики, винная кислинка, карамельно-горькие оттенки

Технология томлёного солода

Замачивание. Ячмень замачивают в воде до достижения влажности 42–47%. Длительность 24 – 48 часов с периодическими циклами «вода/воздух» или в режиме оросительного замачивания.

Проращивание. Зерно прорастает при 14–18 °С в течение 4–6 дней.

Для томлёного солода проращивание может быть длиннее, чтобы обеспечить достаточное количество сахаров для последующей карамелизации и аминокислот для прохождения реакций Майяра.

Томление. Ключевой этап, отличающий томлёный солод от других специальных солодов. Может проводиться в различных модификациях.

Томленный карамельный солод.

После проращивания зерно не сушат, а сразу помещают в герметичные барабаны или томильные камеры.

Температуру постепенно повышают:

- На первом этапе до 50–60 °С, при этом происходит активизация ферментов и частичное осахаривание крахмала внутри зерна;
- На втором этапе температура поднимается до 65–75 °С, происходит инактивация ферментов, начало карамелизации.
- На третьем этапе температура может достигать 80–110 °С, происходит развитие цвета и вкуса. Этот этап характерен для получения очень темного томленного солода, цвет которого достигает 350 единиц ЕВС и более.

Второй и третий этап могут быть вариативными, в зависимости от глубины желаемого результата. Влажность поддерживается на уровне 40–50%, чтобы сахара могли карамелизоваться внутри зерна.

Длительность этого цикла может быть от 2 до 6 часов и более, в зависимости от желаемого цвета.

Томленный ароматический солод.

После проращивания зерно частично сушат до влажности 10–20%. Затем проводят медленную сушку с постепенным повышением температуры от 50 °С до 80–100 °С в течение 12–24 часов. Условия способствуют реакциям Майяра, но не карамелизации так как в зерне нет свободной влаги. Получается солод с «печёным», хлебным ароматом, но без стекловидной сердцевины.

Финальная отсушка, охлаждение и очистка. После завершения томления солод, если осталась остаточная влага, медленно высушивают при умеренной температуре (≈ 80 °С), чтобы не допустить обжига. Затем после охлаждения до комнатной температуры, удаляют ростки, проводят сортировку и полировку.

В отличие от жженных солодов или тех, которые получают обжаркой при температурах 160 °С и более, томленные солода не подвергается настолько интенсивному нагреву. Цвет и вкус формируются исключительно за счёт карамелизации и реакций Майяра во влажной среде, поэтому в них нет горечи от пиролиза, сохраняется сладковато-фруктовый профиль, рН несколько ниже.

В пивоварении светлые и умеренно-темные томленные карамельные солода добавляют сладость, формируют тело, пену, цвет. Их используются в элях, лагерях, IPA в умеренных дозировках.

Ароматические томленные солода усиливают гармоничность, фруктовость, солодовые оттенки. Их использование даёт хорошие результаты в элях разного типа, мартовском и крепких сортах пива.

Тёмные томлёные солода придают глубину без резкой горечи (в отличие от жжёных солодов). Используются в стаутах, портерах, выдержанных элях.

Типовые дозировки для приготовления пивного сусла (проценты от общей зерновой засыпи):

- Томленный светлый карамельный солод (Light Crystal) 5 – 10%;
- Томленный умеренно-темный и темный карамельный солода (Medium/Dark Crystal) 3 – 8%;
- Томленный ароматический, бисквитный и меланоидиновый солода (Aromatic/Biscuit/Melanoidin) 5–15%;
- Очень темный томленный солод (например, Special B производителя Dingemans, Бельгия) 1–5%.

МЕЛАНОИДИНОВЫЙ СОЛОД

Это специальный (ароматический) тип пивоваренного солода, который придаёт пиву насыщенный солодовый, карамельный, иногда слегка ореховый или хлебный вкус и аромат, а также способствует улучшению цвета и стабильности пива. Он получил своё название от меланоидинов - коричневых полимерных соединений, образующихся в результате реакции Майяра между сахарами и аминокислотами при термической обработке.

По российской нормативной базе на 2025 год этот вид солода не фигурирует как отдельная категория, но по некоторым характеристикам можно его соотносить с темным и карамельным солодом по ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия».

Также важно отметить, что в ГОСТ Р 72295-2025 «Пиво. Общие технические условия» этот вид солода упоминается в разделе 5.2 «Требования к сырью и технологическим вспомогательным средствам», следовательно, отдельное внимание к нему оправдано.

Меланоидины формируются в ходе некарамелизационной термической обработки солода при относительно высокой влажности и температуре (обычно 50 - 120 °С). В отличие от карамельного солода, где происходят процессы карамелизации внутри зерна, меланоидиновый солод подвергается сухому нагреву после завершения проращивания, но до полного высушивания, что создаёт условия для реакции Майяра.

Основные характеристики меланоидинового солода приведены в табл. 14.

Основные показатели меланоидинового солода

Таблица 14

Параметр	Значение
Цвет, EBC	25–45
Экстрактивность, %	78–80 (немного ниже базового солода из-за потерь при термообработке)
Влажность, %	2,5–5,0
Ферментативная активность	Очень низкая или отсутствует (не используется как источник ферментов)
Вкус/аромат	Интенсивный солодовый, карамельный, хлебный, иногда с оттенками печенья, тоста, ореха

рН сусла	5,6–5,8 Немного повышает рН (в отличие от кислого солода)
Использование	Обычно 1–10% от общего зернового состава

Меланоидиновый солод часто рассматривается как отдельная категория, при этом на практике существует ряд коммерческих разновидностей, отличающихся технологией производства, интенсивностью вкуса и цветом. Ниже приведены некоторые из них.

Производители:

1. Weyermann Melanoidin Malt

Производитель: Weyermann (Германия);

Цвет: \approx 27 EBC;

Особенности: мягкий, насыщенный солодовый вкус, без горечи;

Применяется для изготовления пива следующих типов: Мартовское (Märzen), Бок (Bock), Мюнхенский тёмный лагер (Münchener Dunkel), Бельгийский дубль эль (Belgian Dubbel Ale).

2. BestMälz Melanoidin Malt

Производитель: BestMalz (Германия);

Цвет: \approx 30–35 EBC;

Особенности: выраженные хлебные и тостовые оттенки во вкусе;

Используется аналогично солоду производителя Weyermann.

3. Dingemans Melanoidin Malt

Производитель: Dingemans (Бельгия);

Цвет: \approx 30 EBC;

Особенности: вкус характерный для бельгийских стилей пива, хлебный, фруктово-пряный;

Применяется для приготовления следующих сортов пива: Бельгийский крепкий эль (Belgian Strong Ale), Бельгийский дубль эль (Belgian Dubbel Ale).

Технология меланоидинового солода

Замачивание. Зёрна ячменя замачиваются в воде до достижения влажности 42–46%.

Проращивание. Длительность 4–6 дней при температуре 14–18 °С. Происходит накопление ферментов (амилазы, протеазы), идёт растворение эндосперма. Проращивание проводится до интенсивной модификации крахмала, но без чрезмерного роста корешков.

Подвяливание. Температура 40–60 °С. Влажность снижается до 10–12%. Сохраняются ферменты и аминокислоты, необходимые для реакции Майяра.

Сушка с фокусировкой на реакцию Майяра. Температура 50–80 °С (иногда до 100–120 °С), но без карамелизации. Влажность поддерживается на уровне 8–12% в начале этапа. Продолжительность этапа от 12 до 48 часов (зависит от желаемой интенсивности цвета).

При таких условиях реакция Майяра идёт медленно и контролируемо, формируя меланоидины, ароматические соединения (фурфурол, гидроксиметилфурфурол и др.), но не происходит распад крахмала или карамелизация сахаров.

В отличие от карамельного солода, зерно не герметизируется и не прогревается во влажной среде, в данном случае всё происходит в потоке воздуха, но при повышенной влажности и умеренной температуре.

Окончательная отсушка и охлаждение. Температура повышается до 85–90 °С для окончательного высушивания до влажности менее 5%, после чего осуществляется охлаждение и очистка от ростков.

Влияние химического состава этого типа солода на пиво заключается в высокой концентрации меланоидинов, которые придают выразительный цвет, улучшают коллоидную стабильность, обладают антиоксидантными свойствами. Важно учитывать пониженное содержание свободных аминокислот из-за их участия в реакции Майяра, что учитывается для формирования должного их уровня на этапе брожения сусла. Солод обладает низкой ферментативной активностью и не способен осахаривать крахмал, поэтому всегда используется в сочетании с другими типами солодов. Повышенное содержание декстринов улучшает вкусовую ёмкость («тело») пива.

При использовании в пивоварении его доля в рецептурах составляет от 1 до 10 % (чаще 2–5 %). Он усиливает солодовый вкуса без добавления сладости (в отличие от карамельного солода). Происходит специфическое формирование цвета, от золотисто-янтарного до тёмно-янтарного. Формируется повышенная стабильность пива благодаря меланоидинам.

ЖЖЕНЫЙ СОЛОД

Жжёный солод — это вид солода, получаемого путём интенсивной термической обработки (обжарки/прокаливания) уже пророщенного и высушенного (базового) солода при высоких температурах. Он используется в пивоварении в небольших количествах для придания напиткам глубокого тёмного цвета, насыщенного аромата и вкуса, напоминающего кофе, шоколад, карамель, жжёный сахар, древесный уголь и др.

Российский ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия» относит его к специальным видам солодов и даёт ему следующее определение - пивоваренный солод, полученный из сухого светлого солода, ячменя или пшеницы, путем обжаривания при определенных условиях, лабораторное сусло из которого имеет цвет не менее 100 Лн.

С вариантами единиц измерения цвета солода можно ознакомиться в разделе «Карамельный солод» этого учебного пособия.

Данный стандарт определяет его органолептические характеристики следующим образом (табл. 15):

Органолептические показатели жженого солода

Таблица 15

Наименование показателя	Характеристики жженого солода
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей
Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого. Не допускается черный.
Вкус	Не допускаются горький и пригорелый привкус, как самого солода, так холодной и горячей вытяжек.
Запах	Не допускается пригорелый

Физико-химические характеристики этого солода по вышеобозначенному ГОСТу должны быть следующие (табл. 16).

Физико-химические показатели жженого солода

Таблица 16

Наименование показателя	Значение для показателя карамельного солода
Массовая доля влаги, %, не более	6,0
Массовая доля сорной примеси, %, не более	0,4
Количество карамельных зерен, %, не менее	Не регламентируется
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода, %, не менее	70,0
Показатель лабораторного сула: цвет, не менее, Лн	100

По показателям безопасности (содержанию токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, N-нитрозаминов) солод должен соответствовать требованиям из двух нижеприведенных регламентов:

Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 047/20181 «О безопасности алкогольной продукции».

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Цвет - важнейшая характеристика жженого солода, находится в диапазоне 300–1300 EBC (European Brewery Convention). Такая интенсивная окраска обусловлена высоким содержанием меланоидинов и полимеризованных продуктов реакций Майяра и пиролиза.

Экстрактивность жженого солода находится в пределах 35–60% (в пересчете на сухое вещество), тогда как у базового солода она, как правило, более 80%. Это связано с термическим разрушением крахмала и сахаров при обжарке за счет декстринизации и пиролиза.

Ферментативная активность у солода этого типа отсутствует, так как при задействованных температурах ферменты инактивируются. В этой связи, он всегда рассматривается как неосахаривающий компонент.

Органолептические свойства этого солода имеют широкий диапазон, что хорошо раскрывает его потенциал в различных сортах пива, как правило, темной окраски: портер, стаут, мартовское и т.д. Он используется в количестве 0,5–10 % от общей массы зерновой основы

Вкус: насыщенный, горький, с выраженными нотами жжёного хлеба, кофе в зёрнах, чёрного шоколада, древесного угля; в кислых вариантах - с лёгкой молочной/уксусной кислоткой.

Аромат: интенсивный, термически обусловленный, с доминирующими ароматами пиролиза (фурфурол, 2-ацетилпиррол, гваякол).

pH водной вытяжки имеет важное значение при формировании суммарной pH затора и составляет у жженого солода от 4,0 до 5,5, что обусловлено возможностями двух его разновидностей - кислой и некислой.

Насыпная плотность находится в диапазоне 450–550 кг/м³. По физической структуре его зёрна хрупкие, легко измельчаются в порошок из-за микротрещин и обезвоживания (влажность, примерно, 5%).

Концентрация акриламида (AA). Это токсичное соединение, которое может содержаться в следовых количествах в жженом солоде, в Российской Федерации не нормируется в пищевой продукции (по состоянию на 2025 год). По нормативам Европейского Союза концентрация этого соединения в пивоваренном солоде не должна превышать 2000 мкг/кг (Регламент Европейской Комиссии 2017/2158).

Основные разновидности жжёного солода:

Чёрный некислый (Black malt).

Температура обжарки для него составляет 200–230°C. Цвет: 500–700 EBC. При использовании даёт ярко выраженный вкус жжёного хлеба, кофе, иногда с горькими нотками, некислый. Используется в портерах и стаутах.

Чёрный кислый (Acid Black Malt).

Температура обжарки 200–230°C, цвет 500–700 EBC. Предусматривается обязательный этап предварительного подкисления или ферментации.

Он содержит молочную и, иногда, уксусную кислоту, поэтому снижает pH сусла. Может использоваться в производстве кислых стилей пива, например, берлинер-вайсе (Berliner Weisse), ламбик (Lambic) и других.

Обжаренный ячмень (Roasted Barley).

Не является солодом в прямом значении этого слова, однако используется в пивоварении со схожим технологическим смыслом. В этом случае ячмень обжаривается при 220–230°C с достижением цвета 900–1300 EBC. При этом достигается уникальный вкус: резкий, сильно кофейный, с горькими нотками. Может использоваться как аналог жжёного солода в стаутах и портерах

Шоколадный солод (Chocolate Malt).

Температура обжарки 160–210°C, цвет: 300–600 EBC. Вкус мягче чёрного жженого солода, с выраженной нотой какао, шоколада, иногда фундука. pH нейтральный или слегка кислый. Используется в коричневых элях (Brown Ale), портерах, стаутах.

Технология жженого солода

Используется базовый пивоваренный солод (обычно 2-рядный ячменный, но возможно использование и иных злаков). Проводятся стандартные стадии солодовенного цикла: мойка, дезинфекция, замачивание, проращивание, сушка до остаточной влажности 4–5%).

Желательно, чтобы полученный солод был с хорошей ферментативной активностью и однородной структурой. При термической обработке ферменты инактивируются, однако однородная структура важна для равномерной обжарки.

Обжарка проводится в ротационных барабанных печах или обжарочных печах с контролем температуры и времени. В зависимости от типа жжёного солода температурный режим существенно отличается (табл.17).

Температурные режимы обжарки при производстве жженого солода

Таблица 17

Тип солода	Температура обжарки, °C	Длительность обжарки, мин	Особенности процесса
Чёрный не кислый (Black malt)	200–230	30-90	Интенсивное пиролизное разложение углеводов и белков
Чёрный кислый (Acid Black Malt)	200–220 с предварительной инокуляцией молочнокислыми бактериями или подкислением	30-90	Ферментация или подкисление перед обжаркой
Обжаренный ячмень (Roasted Barley)	220–230	50-70	Не проходит проращивание, обжаривается ячмень
Шоколадный солод (Chocolate Malt)	160–210	60-120	Постепенный нагрев, умеренная температура

После обжарки осуществляется охлаждение солода до температуры 18-25°C чтобы остановить реакции Майяра и карамелизацию. Затем солод выдерживается в течение 24–48 часов для выравнивания влажности и аромата.

Упаковка солода осуществляется в герметичные мешки/контейнеры. Хранить его надлежит в сухом, прохладном месте - срок годности до 12–24 месяцев.

Отдельный интерес представляет получение черного кислого жженого солода, так как он является гибридом биотехнологического и термомеханического процессов и там могут быть задействованы различные инженерные технологии для подкисления.

Способ 1: Микробиологическое подкисление

В качестве микробиологического агента используются штаммы *Lactobacillus* spp., преимущественно: *Lactobacillus delbrueckii* (термофильный штамм, оптимум метаболизма при 40–50 °C), *Lactobacillus brevis* (мезофильный штамм, оптимум метаболизма при 30–40 °C). Культуры могут быть чистыми (монокультуры, лабораторного происхождения) или смешанными (wild inoculation), но они используются реже редко из-за риска контаминации.

Исходным материалом (субстратом) для получения этого типа солода является высушенный базовый пивоваренный солод, который перед инокуляцией повторно увлажняется до влажности 35–45 % с помощью распылительных форсунок в смесителе с контролем температуры.

Цель увлажнения является активация ферментов для генерации редуцирующих сахаров (мальтоза, глюкоза) - субстрата для молочнокислых бактерий. Также такая влажность позволяет размножаться бактериям в более благоприятных условиях.

Длительность ферментации составляет 12–48 часов, при температуре 35-45°C, в зависимости от выбранного штамма и желаемой концентрации кислоты.

Анаэробные условия поддерживаются в герметичных ферментерах в среде, заполненной инертным газом (например, азотом), или естественным вытеснением кислорода за счёт биологической генерации углекислого газа. Проводится рН-мониторинг. Целевой уровень - рН 3,8–4,2 в зерне, он измеряется после экстракции 10%-ной суспензии солода.

Концентрация молочной кислоты на конец процесса ферментации должна быть в диапазоне 0,8–2,5 % в сухом веществе солода.

При достижении целевых значений ферментацию прекращают путем быстрой термической инактивации при 85–90 °C в течение 30–50 минут.

Удаление остаточной влаги производится на начальных стадиях процесса обжарки.

Способ 2: Химическое подкисление

Для реализации этой методики используется принцип внесения пищевых кислот непосредственно в увлажнённый солод перед термообработкой. В данном случае не требуется микробиологическая составляющая процесса, что существенно упрощает процесс, но полученный продукт обладает менее «мягким» профилем кислотности.

Может использоваться три вида органических кислот:

1. Молочная кислота (75–85 %). Концентрация кислоты находится в диапазоне 0,5 - 2,0 % от массы сухого солода. Это базовая технология для этого способа, при этом имитируется результат молочнокислого брожения.
2. Ортофосфорная кислота (75–85 %). Итоговая концентрация в солоде составляет 0,1 - 0,3 %. Основная цель - коррекция pH затора.
3. Уксусная кислота (70–80 %). Концентрация в солоде 0,2–0,5%. Используется редко, для того чтобы придать винные оттенки пиву, например, при производстве портеров.

Технологий цикл получения кислого жженого солода по этому способу следующий: солод увлажняется до 30–40 % влажности, раствор кислоты равномерно распыляется через двухкомпонентные форсунки, экспозиция при 40–50 °С в течение 1–2 часов для диффузии кислоты в эндосперм, а затем нагрев до 90–100 °С для удаления летучих компонентов и стабилизации pH.

Окончательное формирование кислого жженого солода по указанным двум способам происходит на этапе обжарки в ротационных обжарочных печах в следующей последовательности:

Начальная температура: 120–150 °С (сушка остаточной влаги);

Пиковая температура: 200–220 °С, время выдержки при пиковой температуре: 30–50 мин.

Важно обеспечивать контролируемый приток воздуха для равномерного пиролиза и развития цвета и аромата без разрушения органических кислот, так как молочная кислота частично декарбоксилируется выше при температуре свыше 220 °С с образованием ацетальдегида.

КОПЧЕНЫЙ СОЛОД

Копчёный солод — это особый тип пивоваренного солода, придающий напитку характерный дымный аромат и вкус. Он получается не за счёт химических добавок, а благодаря традиционной технологии сушки на открытом огне с использованием дыма от горения древесины. Этот солод играет ключевую роль в таких стилях пива, как Rauchbier («дымное пиво»), а также используется в экспериментальных портерах, стаутах и виски для придания глубины и сложности.

Копчёный солод — это ячменный (реже пшеничный или ржаной) солод, высушенный не горячим воздухом, а дымом от тлеющей древесины. В процессе сушки дымовые соединения проникают в зерно, придавая ему устойчивый дымный аромат и вкус.

Копчёный солод не является отдельным ботаническим видом, а представляет собой технологическую модификацию базового солода. Основные ароматические вещества, передающиеся при копчении солода, представлены в табл. 18.

Основные ароматические вещества, передающиеся из дыма в солод

Таблица 18

Соединение	Ароматическая характеристика
Гваякол	Медицинский дым, фенольный

4-Метилгваякол	Копчёное мясо, бекон
Сиригол	Древесный дым, сладковатый
Креозолы	Смолистый, терпкий дым

Концентрация этих соединений зависит от вида древесины, температуры, влажности зерна и длительности копчения.

Разновидности копчёного солода

Классификация основана на типе древесины и интенсивности копчения.

По типу древесины:

а) Буковый копчёный солод (Beechwood Smoked Malt)

- Наиболее распространённый тип.
- Производится в Бамберге (Германия) — родина Rauchbier.
- Аромат: чистый, сбалансированный дым, напоминающий копчёную колбасу или бекон.
- Используется в классических немецких Rauchbier (например, Schlenkerla, Spezial).

б) Вишнёвый / фруктовый копчёный солод

- Получают копчением на дыму от вишнёвых, яблоневых или грушевых дров.
- Аромат: мягкий, сладковатый дым с фруктовыми нотками.
- Применяется в крафтовом пиве и экспериментальных сортах виски.

в) Дубовый копчёный солод

- Дым от дуба даёт более терпкий, вяжущий аромат.
- Часто используется в имитации выдержки в дубовых бочках.

г) Ольховый копчёный солод

- Мягкий, нейтральный дымный аромат, он популярен в скандинавских традициях пивоварения.

д) Торфяной копчёный солод (Peated Malt)

- Торф используется в производстве шотландского виски.
- Даёт фенольный, йодистый, болотный аромат.
- Иногда применяется в экспериментальных сортах пива (например, «peat-smoked stout»).

Характеристика интенсивности аромата копченого солода приведена в табл. 19.

Характеристика интенсивности аромата копчения в солоде

Таблица 19

Тип	Описание	Доля в заторе
Лёгкий (Lightly Smoked)	Едва уловимый дымный аромат	До 100% (в лагерном пиве)
Средний (Medium)	Сбалансированный дымный аромат	10–30%

Интенсивный (Heavy/Full)	Ярко выраженный дымный аромат	5–15% (иногда до 100% в Rauchbier)
--------------------------	-------------------------------	------------------------------------

Технология получения копчёного солода

Процесс состоит из двух этапов:

1. Получение базового солода (проращивание).
2. Копчение вместо обычной сушки.

Этап 1: Получение базового солода

Используется высококачественный двухрядный ячмень (иногда пшеница или рожь). Проводятся стандартные операции: замачивание (48–72 ч, до 42–46% влажности), проращивание (4–5 дней при 14–18 °С). На выходе — зелёный солод с развитыми корешками и ростками, богатый ферментами.

Этап 2: Копчение (вместо сушки)

Это ключевой этап, определяющий качество копчёного солода.

Подготовка коптильной камеры:

Используется традиционная солодовня с коптильной печью (например, как на солодовенном предприятии в городе Bamberg). Зелёный солод распределяется на решётках над источником дыма. Высота слоя: 10–20 см (для равномерного проникновения дыма).

Выбор древесины:

Только лиственные породы: бук, дуб, вишня, яблоня, ольха. Дрова должны быть сухими (влажность <20%), без коры, гнили, химикатов. Размер: щепы или мелкие поленья для равномерного тления.

Режим копчения:

Температура дыма: 60–85 °С (при температуре ниже 60 °С возникает риск возникновения плесени, а при температуре выше 85 °С может произойти потеря ферментов). Длительность: от 12 до 48 часов (в зависимости от желаемой интенсивности). Режим: непрерывное тление без открытого пламени (только дым). Влажность зерна в начале процесса составляет ≈ 45%, а в конце ≤5%. Очень важно избегать сажи и копоти (они придают горечь), а также обеспечить равномерную циркуляцию дыма и контролировать содержание смол и фенолов.

Очистка и хранение. После копчения солод охлаждается, удаляются корешки, проводится полировка. Копченый солод упаковывается в герметичные мешки, т. к. дымные соединения могут выветриваться.

Производители:

- Weyermann (Германия) — Rauchmalt, Beech Smoked Malt.
- Bestmalz (Германия) — копчёные солода под маркой «Rauch».
- Bairds Malt (Шотландия) — в том числе торфяные и дубовые варианты.
- Rahr Malting (США) — American Smoked Malt (вишнёвый, дубовый).

Применение копчёного солода

Пивоварение

- Rauchbier (Бамберг, Германия): 100% копчёного солода.

- Porter / Stout: 2–10% для дымно-кофейных нот.
- Scotch Ale / Wee Heavy: лёгкая дымка для имитации торфа.
- Experimental IPA: контраст дыма и цитрусового хмеля.

Производство виски

- Используется в немецких и американских сортах виски.
- Даёт альтернативу торфяному дыму и более «мягкий» и древесный профиль.

Преимущества и недостатки копченого солода представлены в табл.20.

Преимущества и недостатки копченого солода

Таблица 20

Преимущества	Недостатки
Уникальный, неповторимый аромат	Очень сильный вкус, который может быть чрезмерным
Натуральный метод (без добавок)	Дорогой из-за трудоёмкости
Сохраняет ферментативную активность (при правильной сушке)	Ограниченный срок хранения (дымный аромат выветривается за 6–12 мес.)
Подходит для традиционных и экспериментальных стилей	Требует специализированного оборудования

Контрольные вопросы:

1. Какой основной технологический признак объединяет карамельный, жжёный и меланоидиновый солод?
2. Какие существуют различия в технологии получения мюнхенского и венского солода?
3. Каким способом придаётся характерный аромат копчёному солоду?
4. Что означает термин «томление» в контексте производства томлёного солода?
5. В чём разница между карамельным и жжёным солодом по режимам термообработки и конечным характеристикам?
6. Какие химические реакции лежат в основе образования цвета и вкуса меланоидинового солода?
7. Как влияет томление солода на его ферментативную активность и содержание растворимых веществ?
8. Почему жжёный солод часто добавляют в очень малых количествах (0,5–2%)? Какие риски связаны с его избыточным использованием?
9. Какие аналитические показатели вы бы контролировали при приёме копчёного солода (кроме цветности и влажности)?

СОЛОДА ИЗ ПРОЧИХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

ПШЕНИЧНЫЙ СОЛОД

Пшеничный солод — один из важнейших видов пивоваренного солода, особенно в производстве пшеничных сортов пива (Weissbier, Hefeweizen, Witbier и др.). Он отличается от ячменного солода по химическому составу, физическим свойствам и технологическим особенностям.

Ботаническая принадлежность. Пшеница (*Triticum aestivum*, мягкая пшеница) или *Triticum durum* (твёрдая пшеница, реже используется) относится к злаковым культурам. Зерно без плотной плёнчатой оболочки (в отличие от ячменя) называется «голозёрным». Отсутствие шелухи является ключевой особенностью и влияет на фильтрацию затора и требует особых подходов в пивоварении. Химический состав пшеницы представлен в табл. 21.

Химический состав пшеницы (на сухое вещество)

Таблица 21

Компонент	Содержание, %
Крахмал	60–70
Белки	10–15 (до 18 у твёрдых сортов)
Жиры	1,5–2,5
β -Глюканы	0,5–1,0
Клетчатка	2–3
Влажность в нативном зерне	12–14

Высокое содержание белка в пшенице способствует образованию пены и мутности, что крайне желательно при производстве таких сортов пива, как Hefeweizen. Низкое содержание липидов и полифенолов улучшает стабильность пены. Однако отсутствие оболочки повышает вязкость затора и затрудняет фильтрацию.

Пшеница обладает высокой собственной ферментативной активностью, часто превосходящей ячмень:

- Высокий уровень α -амилазы и β -амилазы.
- Богата протеазами и цитолазами.
- Диастатическая сила (DS): 80–120 °Lintner (у ячменя — 40–100 °L).

Это позволяет использовать пшеничный солод как основу засыпи даже в высоких долях (до 70%).

Разновидности пшеничного солода

Пшеничный солод классифицируется по степени обработки и цвету.

Светлый (базовый) пшеничный солод.

- Цвет: 2–4 ЕВС (очень светлый, почти белый).
- Температура сушки ≤ 80 °С.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность.
- Используется как основа в Hefeweizen (немецкий пшеничный эль), Witbier (белое пиво, Бельгия), American Wheat Ale.
- Доля в заторе 40–70% (в классическом Hefeweizen 50–70%).

Мюнхенский пшеничный солод

- Подвергается умеренному нагреву при высокой влажности перед сушкой.
- Цвет 8–20 ЕВС.
- Аромат солодовый, медовый, хлебный.
- Используется для придания глубины в тёмных пшеничных сортах пива (Dunkelweizen).
- Частично инактивирован и требует смешивания со светлым солодом.

Карамельный (кристаллический) пшеничный солод

- Производится по технологии влажного нагрева (как карамельный ячменный солод).
- Цвет 20–120 ЕВС.
- Содержит растворимые сахара.
- Придаёт сладость, тело, карамельные тона.
- Используется в небольших количествах (2–10%).

Обжаренный пшеничный солод

- Обжигается при 180–220 °С.
- Цвет 300–500 и более ЕВС.
- Аромат: кофе, шоколад, жжёный хлеб.
- Полностью инактивирован.
- Применяется в Weizenbock, Stout на пшенице, в экспериментальных стилях.

Технология получения пшеничного солода

Процесс аналогичен ячменному солодоращению, но с адаптацией под особенности пшеницы.

Отбор и подготовка зерна. Используется мягкая пшеница с высоким содержанием крахмала и низкой твёрдостью. Проводится очистка от сорняков, пыли, мелких частиц. Проверка всхожести ($>95\%$) и влажности ($<14\%$). Пшеница легко повреждается при механической обработке, поэтому требуется бережное обращение.

Часто применяемые сорта пшеницы: Obelisk, Andros, Orestis, Atlantis, Kanzler и др. Они характеризуются низкой вязкостью сусла и подходящим (т.е. достаточно низким) растворением белка.

Замачивание. Необходимо довести влажность зерна до 44–48%. Особенностью пшеницы является способность быстро впитывать воду благодаря отсутствию плотной оболочки. Осуществляется 2–3 цикла по 6–8 часов замачивания с аэрацией общей продолжительностью 24–36 часов при температуре воды 14–16 °С. Из-за быстрого водопоглощения риск перезамачивания выше, чем у ячменя.

Для пшеницы наиболее подходит пневматический способ замачивания, при котором после короткого первого замачивания в течение 4–5 ч следует воздушная пауза продолжительностью 19–20 ч. По истечении этого времени влажность достигает 30–32%. Второе замачивание за 2–3 ч обеспечивает влажность 37–39%, после чего зерно начинает прорасти. После второго замачивания необходимы непрерывное снятие излишней влаги и периодическая вентиляция (каждые 2–3 ч по 5 мин) с целью разрыхления материала. После того как наклюнется 90–95% зерен, проводится третье замачивание до достижения влажности 44–46%.

Проращивание. Продолжительность проращивания пшеницы короче, чем у ячменя, и составляет 3–4 дня при температуре 14–18 °С и влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно перемешивается. Корешки появляются быстро, к концу проращивания длина корешка приблизительно равна длине зерна. Из биохимических процессов можно отметить интенсивную выработку α - и β -амилаз, расщепление белков с образованием свободных аминокислот (FAN), важных для метаболизма дрожжей и интенсивного брожения сусла. Из-за отсутствия оболочки масса проращиваемого зерна может слипаться, поэтому требуется частое ворошение.

Сушка. Как и в случае ячменного солода, основная цель сушки – остановить проращивание и снизить влажность до $\leq 5\%$.

Этапы:

1. Подвяливание: 40–50 °С, 12–18 ч.
2. Основная сушка:
 - Для светлого солода: 65–80 °С.
 - Для солода мюнхенского типа: предварительный нагрев при 50–60 °С с высокой влажностью, затем сушка при 80–105 °С.
 - Для обжаренного солода: после сушки осуществляется термообработка в обжарочном барабане при 180–220 °С.

При сушке важно избегать перегрева, так как белки пшеницы чувствительны к денатурации.

Очистка, полировка и хранение. После сушки проводят удаление корешков и полировку. Готовый солод упаковывается в герметичные мешки. Температура хранения < 20 °С, влажность $< 10\%$. Срок годности: 12 месяцев, но ферментативная активность лучше сохраняется при использовании в течение 6 месяцев.

Производители:

Курский солод (Россия)

- Wheat Malt - Солод пшеничный специальный российский

Белсолод (Беларусь)

- Пшеничный пивоваренный солод “Белсолод”

Weyermann (Германия)

- Wheat Malt — классический светлый пшеничный солод (3–4 EBC).
- Organic Wheat Malt — органическая версия.
- Caramel Wheat Malt, Chocolate Wheat Malt, Acidulated Wheat Malt — для специализированных рецептов.

Soufflet Malting (Франция)

- Blé malté (Wheat Malt) — в различных цветностях.
- Органические и специальные виды (например, кислый пшеничный солод).

Применение пшеничного солода

Пивоварение

- Hefeweizen (Германия): 50–70% светлого пшеничного солода и ячменный светлый солод (пилзнерского типа).
- Witbier (Бельгия): 30–50% raw wheat (несоложенная пшеница) и пшеничный/ячменный солод.
- American Wheat Ale: 30–60% пшеничного солода.
- Weizenbock: до 70% пшеничного солода и мюнхенский/жареный солод.
- NEIPA: 5–15% пшеничного солода для улучшения пенообразования и текстуры.

Эффекты:

- Улучшает пенообразование и стабильность пены.
- Придаёт лёгкую мутность (она нежелательна в лагерных сортах пива, но обязательна в Hefeweizen).
- Увеличивает тело и полноту вкуса напитка.

Хлебопечение и пищевая промышленность

- Как источник ферментов и улучшитель теста.
- В производстве специализированных заквасок.

Преимущества и недостатки пшеничного солода представлены в табл. 22.

Преимущества и недостатки пшеничного солода

Таблица 22

Преимущества	Недостатки
Высокая ферментативная активность	Содержит глютен и не подходит для безглютеновой продукции
Хорошее пенообразование и стабильность пены	Затор вязкий, что приводит к проблемам с фильтрацией и требует использования специальных технологических приёмов
Может использоваться как основа затора (до 70%)	Более дорогой, чем ячменный солод

РЖАНОЙ СОЛОД

Ржаной солод — это пророщенное и высушенное зерно ржи, используемое в основном в пивоварении, хлебопечении и производстве кваса. Он придаёт продуктам характерный ореховый, землистый или даже слегка дымный вкус, а также способствует улучшению цвета, пенообразования и стабильности пива.

Ботаническое происхождение. Рожь (*Secale cereale*) — злаковая культура, близкая к пшенице и ячменю.

Зерно ржи содержит:

- Крахмал 60–65%
 - Белки 8–15% (включая глиадин и глутенин, но без полноценного клейковинного комплекса)
 - Клетчатка 8–10%. Это является ключевой особенностью ржи, влияющей на вязкость сусла.
 - Липиды ≈2%
 - Ферменты α- и β-амилазы, протеазы, цитазы (в меньшей степени, чем у ячменного солода)
- Ржаной солод бывает двух типов – ферментированный и неферментированный.

Технология получения неферментированного солода имеет сходство с технологией получения пшеничного солода.

При производстве ферментированного солода после проращивания зерна ржи в течение 4 суток осуществляют его ферментацию, для этого зерно выдерживают при высокой температуре (55–68°C) без доступа воздуха. В результате почти в 5 раз увеличивается содержание в нем сбраживаемых сахаров и аминного азота. В итоге оба типа солодов существенно отличаются как по органолептическим, так и по физико-химическим свойствам.

Разновидности ржаного солода

Различают несколько типов ржаного солода в зависимости от режима сушки/обжарки:

Светлый (базовый) ржаной солод

- Получается при низкотемпературной сушке (50–80°C).
- Цвет 3–6 EBC.
- Используется как основной или дополнительный компонент (обычно до 10–20% от общей массы засыпи).
- Придаёт лёгкий ореховый, зерновой вкус и улучшает пену.
- Применяется в ржаных пивах (Roggenbier), некоторых элях и крафтовых сортах.

Карамельный (кристаллический) ржаной солод

- Производится путём «запаривания» зёрен при высокой влажности и температуре (60–70°C), затем сушки.
- Крахмал частично превращается в меланоидины и сахара.
- Цвет 50–150 EBC.
- Вкус: карамельный, сладковатый, с нотками изюма или фиников.

Тёмный (обжаренный) ржаной солод

- Подвергается термической обработке при 150–220°C.
- Цвет 100–300 EBC.
- Вкус: кофейный, шоколадный, иногда дымный.
- Используется в стаутах, портерах, тёмных лагерах для цвета и вкуса.

Кислый ржаной солод

- Инокулируется молочнокислыми бактериями (*Lactobacillus*) перед сушкой.
- Используется для снижения pH сусла в кислых сортах пива (Berliner Weisse, Gose).
- Мало распространён, но встречается в экспериментальных солодовнях.

Технология получения ржаного солода

Процесс аналогичен получению ячменного солода, но с учётом особенностей ржи.

Отбор и подготовка зерна. Используется пивоваренная рожь (высококачественная, с низким содержанием спорыньи). Осуществляется очистка от примесей, сортировка по размеру и плотности. Влажность должна быть $\leq 14\%$ и всхожесть $\geq 95\%$.

Замачивание. Необходимо довести влажность зерна до 43–46%. Для этого проводятся циклы воздушно-водяного замачивания (например, 8 ч воды / 8 ч воздуха без воды) при температуре 12–16°C и длительности 36–60 часов. Важно контролировать развитие микрофлоры, так как рожь более подвержена микробиологической порче, чем ячмень.

Проращивание. Продолжительность проращивания 3–5 дней при температуре 14–18°C. Зерно регулярно перемешивается для равномерного доступа кислорода. Во время проращивания происходит активация ферментов (α -амилаза, β -амилаза, протеазы), расщепление белков и клетчатки, начало растворения эндосперма. По окончании проращивания корешок достигает 0,75–1 длины зерна, зародышевый листок 0,5 длины зерна.

Сушка. Целью является остановка прорастания, стабилизация солода, формирование цвета и аромата.

Этапы:

1. Подвяливание: 45–55°C, высокая влажность (100%), 12–24 часов для сохранения ферментов.
2. Основная сушка: повышение температуры до 70–80°C (для светлого солода) или выше (для тёмного).
3. Охлаждение и очистка: снижение температуры до $\approx 20^\circ\text{C}$ и удаление ростков на росткоотбойной машине.

Для тёмного солода после основной сушки проводят обжарку при 150–220°C в барабанных или конвейерных печах.

Отлежка и хранение. После сушки солод выдерживается 2–4 недели для стабилизации. Хранится в сухом, прохладном месте при влажности $< 12\%$.

Физико-химические параметры ржаного солода приведены в табл.23.

Физико-химические параметры ржаного солода

Таблица 23

Показатель	Значение
Влажность, %	менее 5 (после сушки)
Экстрактивность (на сухое вещество), %	72–78
Цвет, ЕВС	3–10 (для базового светлого солода), до 100 и более для тёмных видов

рН водной вытяжки	5,4–5,8
Содержание белка, %	10–14
Содержание пентозанов и β-глюканов, %	до 6,5

Производители:

Курский солод (Россия)

- Rye Malt Dry Unfermented - солод ржаной специальный российский, неферментированный

Weyermann (Германия)

- Rye Malt (Light) – светлый базовый (3–4 EBC), до 20% в засыпи.
- Carafa® Special Type 3 (Rye Version) – тёмный обжаренный ржаной (500–600 EBC)

BestMalz GmbH (Германия)

- Rye Malt – светлый (4 EBC), экстрактивность ≈76%.
- Caramunich® III (Rye variant) – карамельный тёмный.

Viking Malt (Финляндия)

- Rye Malt – светлый (3–5 EBC), белок 11–13%.
- Organic Rye Malt – для органического пива.

Briess Malt & Ingredients Co. (США)

- Rye Malt – светлый (8–10 EBC).
- Crystal Rye – карамельный ржаной солод.

Применение ржаного солода

Пивоварение

- Roggenbier (немецкое ржаное пиво): до 50–60% ржаного солода.
- Американские ржаные IPA: 10–20% для остроты и сухости.
- Стауты/портеры: тёмный ржаной солод для вкуса и цвета.

Хлебопечение

- Придаёт хлебу плотную текстуру, умеренно кислый вкус, увеличивает срок хранения.
- Часто используется в виде закваски на ржаном солоде.

Производство кваса

- Солод служит основой для создания кваса.
- Используется преимущественно ферментированный ржаной солод.

Преимущества и недостатки ржаного солода представлены в табл.24.

Категория	Преимущества	Недостатки
Вкус и аромат	Придаёт насыщенный, ореховый, землистый, иногда дымный или пряный вкус	Может вносить излишнюю резкость или «сухость», если используется в больших дозировках
Цвет и внешний вид	Улучшает цвет пива (особенно тёмные разновидности); способствует плотной, стойкой пене	Светлые сорта почти не влияют на цвет; тёмные могут избыточно изменить баланс
Ферментативные свойства	Содержит собственные ферменты (α - и β -амилазы), хотя в меньшем объёме, чем ячмень	Низкая диастатическая сила, что требует добавления ферментативно активного солода
Технологичность	Хорошо растворяется при правильном затирании; подходит для различных стилей пива	Высокое содержание пентозанов и повышенная вязкость суслу создают риск снижения скорости фильтрации затора
Безопасность и качество	Натуральный продукт с уникальными свойствами, получаемый без использования пищевых добавок	Повышенный риск загрязнения спорыньей и микотоксинами требует строгого контроля сырья
Применение	Универсален: пиво, хлеб, квас, безалкогольные напитки	Не подходит для людей с целиакией, так как содержит белок секалин, входящий в группу глютена
Хранение	Долгий срок хранения при соблюдении условий (влажность <12%, пониженная температура, отсутствие света)	Более гигроскопичен, чем ячменный солод, требует особой герметичности упаковки

СОЛОД ИЗ ТРИТИКАЛЕ

Солод из тритикале — это относительно редкий, но перспективный вид пивоваренного солода, получаемый из зерна тритикале (*Triticosecale*), гибрида пшеницы (*Triticum*) и ржи (*Secale*). Этот псевдозлак был выведен в XIX веке с целью объединить высокую урожайность пшеницы и неприхотливость ржи. В последние десятилетия тритикале привлекает внимание как альтернативное сырьё для производства солода, особенно в регионах с неблагоприятными климатическими условиями.

Ботаническая принадлежность. Тритикале - пшенично-ржаной гибрид (*Triticosecale Wittmack*, межродовой гибрид). Является амфидиплоидом: содержит полный набор хромосом как пшеницы, так и ржи. Зерно внешне напоминает пшеницу, но крупнее, с более плотной оболочкой. Может быть плёчатый (с оболочкой, как рожь) или голозёрным (без оболочки, как пшеница) — в зависимости от сорта.

Большинство современных сортов тритикале — голозёрные, что упрощает переработку.

Тритикале является перспективной культурой для получения солода, так как сочетает в себе положительные качества пшеницы и ржи. Имеет хорошую морозостойкость (более высокая по сравнению с озимой пшеницей), устойчива против грибковых и вирусных болезней, имеет пониженную требовательность к плодородию почвы.

Название тритикале произошло от слов *Triticum* (пшеница) и *Secale* (рожь). У тритикале более высокая озерненность колоса и, следовательно, большая продуктивность. Тритикале имеет озимые и яровые формы. Эта культура успешно возделывается в районах, где выращивается озимая пшеница и рожь. Биологическая пищевая ценность тритикале определяется повышенным содержанием незаменимых аминокислот и белка, а также отличается высоким потенциалом урожайности.

Белки пшеницы и тритикале имеют практически одинаковую перевариваемость - 89,3 и 90,3% соответственно. По содержанию макроэлементов и микроэлементов зерно тритикале не уступает зерну пшеницы, а вот белков в зерне тритикале содержится больше, чем в зерне пшеницы и ржи, на 1,0–1,5% и на 3–4%, соответственно. Белки могут образовывать клейковину, которая по количественному отношению будет близка к пшеничной, но ее качественные показатели будут хуже, а если рассматривать белки тритикале по фракционному составу, то они занимают промежуточное положение между белками пшеницы и ржи. Химический состав тритикале представлен в табл. 25.

Химический состав тритикале (на сухое вещество)

Таблица 25

Компонент	Содержание, %	Сравнение с другими культурами
Крахмал	60–70	Схожесть с пшеницей, но ниже чем у ячменя
Белки	12–18	Выше, чем у ячменя (9–12%)
Жиры	1,5–2,5	Аналогично пшенице
β-Глюканы	1,0–2,5	Выше, чем у пшеницы (0,5–1,0%), ниже овса (3,0–7,0%)
Клетчатка	3–5	Выше чем у ячменя

Влажность зерна	нативного	12–14	Сопоставима с другими культурами
-----------------	-----------	-------	----------------------------------

Ключевые особенности:

- Высокое содержание белка способствует хорошему пенообразованию, но одновременно дает риск возникновения белкового помутнения.
- Повышенное содержание β -глюканов, в связи с чем возможны проблемы с вязкостью затора и фильтрацией.
- Отсутствие глютена в чистом виде, но содержит секалины и глиадины, поэтому солод из тритикале не подходит для безглютеновых продуктов.

Тритикале обладает умеренной ферментативной активностью, обычно ниже пшеницы, но выше ржи. Диастатическая сила (DS): 60–100 °Lintner (в зависимости от сорта и условий выращивания). Присутствуют α -амилаза, β -амилаза, протеазы, но в меньших количествах, чем у пшеницы. При проращивании ферментативная активность развивается хорошо, но требует оптимизации условий.

Солод из тритикале часто используется в смеси с высокоферментативным ячменным солодом для обеспечения полного осахаривания.

Разновидности солода из тритикале

Поскольку тритикале – нишевое сырьё, его солод пока не стандартизирован так же строго, как ячменный. Однако выделяют следующие типы:

Светлый (базовый) тритикалевый солод

- Получается при низкотемпературной сушке (до 80 °С).
- Цвет 3–5 EBC.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность.
- Используется как основа или добавка в экспериментальных сортах пива.
- Придаёт лёгкий зерновой, слегка пряный вкус с нотками ржаного хлеба и пшеничной мягкости.

Мюнхенский тритикалевый солод

- Подвергается умеренному нагреву при высокой влажности перед сушкой.
- Цвет 8–18 EBC.
- Аромат: солодовый, ореховый, хлебный.
- Используется для придания глубины в тёмных элях и лагерных сортах пива.

Обжаренный тритикалевый солод

- Обжигается при 180–220 °С после сушки.
- Цвет 200–400 EBC.
- Аромат: кофе, шоколад, специи, лёгкая ржаная терпкость.
- Полностью отсутствует ферментативная активность.
- Применяется в стаутах, портерах, экспериментальных сортах виски.

На рынке практически отсутствуют карамельные солода из тритикале из-за сложности технологии, связанной с высокой вязкостью зерновой массы.

Технология получения солода из тритикале.

Процесс аналогичен классическому солодоращению, но с адаптацией под особенности тритикале.

Отбор и подготовка зерна. Используются специализированные пивоваренные сорта тритикале (например, Lamberto, Tricale, Tulus). Проводится очистка от сорняков, пыли, щуплых зёрен. Проверяют всхожесть (она должна быть более 90%) и влажность (она должна быть менее 14%). Тритикале чувствительна к механическим повреждениям, поэтому требуется бережная обработка.

Замачивание. Необходимо довести влажность зерна до 44–48%. Тритикале медленнее впитывает воду, чем пшеница, но быстрее, чем рожь. Используют чередование замачивания и аэрации (например, 8 ч водяная пауза / 8 ч воздушная пауза), общая продолжительность 48–60 часов, температура воды 14–16 °С. Из-за высокого содержания β-глюканов возможна слизистость массы, следовательно требуется хороший дренаж.

Проращивание. Продолжительность составляет 4–5 дней при температуре 15–18 °С и влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно перемешивается (ручное или механическое рыхление). Корешки появляются через 36–48 часов. К концу проращивания длина корешка примерно равна длине зерна. К основным биохимическим процессам можно отнести активацию амилолитических и протеолитических ферментов, расщепление запасных белков и крахмала, частичное разрушение β-глюканов (но не полностью — может потребоваться добавление β-глюканазы). Из-за высокой вязкости масса может уплотняться, поэтому требуется частое рыхление.

Сушка. Осуществляется с целью остановки прорастания и снижения влажности до 4-5%.

Этапы:

1. Подвяливание: 40–50 °С, 12–18 ч.
2. Основная сушка:
 - Для светлого солода 65–80 °С.
 - Для солода мюнхенского типа производится предварительный нагрев при 50–60 °С с высокой влажностью, затем сушка при 80–105 °С.
 - Для обжаренного солода, после сушки осуществляется обжарка в барабане при 180–220 °С.

При сушке важно контролировать температуру, так как белки тритикале чувствительны к денатурации.

Очистка, полировка и хранение. Удаление корешков, просеивание для удаления мелких частиц, упаковка в герметичные мешки. Хранят при температуре менее 20 °С и влажности менее 10%. Срок годности составляет 6–12 месяцев, но ферментативная активность лучше сохраняется при использовании в течение 6 месяцев.

Производители

Weyermann Malting Co. (Германия)

Один из немногих коммерческих производителей, предлагающих тритикалевый солод на постоянной основе. Ассортимент: Triticale Malt (светлый) — цвет ≈4 ЕВС, ферментативный, для использования в смесях. Производится в Бамберге (Бавария). Часто используется в экспериментальных немецких и скандинавских сортах пива.

В основном солод из тритикале не производится коммерчески, но ряд солодовенных компаний выпускают пилотные партии в рамках исследований устойчивого сельского хозяйства или как производство по запросу.

Применение солода из тритикале

Пивоварение

- Используется в экспериментальных и крафтовых сортах пива:
 - Как добавка (5–20%) для придания пряности, тела и улучшения пены.
 - В ржано-пшеничных гибридах («rye-wheat hybrid ales»).
 - В лагерных сортах пива для повышения экстрактивности.
- Даёт пиво с уникальным профилем: зерновой, слегка ореховый, с лёгкой ржаной терпкостью.
- Требуется осторожности с дозировкой из-за высокого содержания β-глюканов.

Производство виски и дистиллятов

- Экспериментальные сорта виски (например, в Германии, Польше, Канаде).
- Придаёт дистилляту сложный, пряный характер с нотками ржаного хлеба и солода.
- Требуется контроля ферментации из-за специфического аминокислотного профиля.

Кормовое и пищевое использование

- В основном тритикале используется как кормовая культура.
- В пищевой промышленности — редко, из-за наличия глютенподобных белков.

Преимущества и недостатки тритикалевого солода представлены в табл.26.

Преимущества и недостатки солода из тритикале

Таблица 26

Преимущества	Недостатки
Высокая урожайность и устойчивость к болезням	Высокое содержание β-глюканов создаёт проблемы с вязкостью и фильтрацией затора
Богат белком, что даёт хорошее пенообразование	Содержит глютенподобные белки и не подходит для безглютеновых продуктов
Уникальный вкусовой профиль	Низкая доступность на рынке солодов
Подходит для обедненных почв и сложных климатических условий	Требуется большой компетентности пивоваров из-за сложного состава некрахмалистых полисахаридов и белков
Может частично заменить пшеницу или рожь	Требуется оптимизации затирания, например, добавления ферментов

СОЛОД ИЗ СОРГО

Солод из сорго — это важнейший ингредиент в производстве безглютеновых напитков, особенно пива и традиционных африканских ферментированных напитков (например, umqombothi, pito, burukutu).

Сорго (*Sorghum bicolor*) — злаковая культура, устойчивая к засухе, широко распространённая в Африке, Азии и частично в Америке. В отличие от ячменя, сорго не содержит глютен, что делает его идеальным сырьём для безглютенового пивоварения.

В России сорго дает хороший урожай на территориях Северо-Кавказского и Поволжского регионов.

Ботаническая принадлежность. Сорго (*Sorghum bicolor*) относится к семейству злаковых (*Poaceae*). Зерно мелкое (2–4 мм), круглое или овальное, цвет — от белого до красного и коричневого. Существует множество сортов, в том числе белое сорго, предпочтительное для производства пива, а также красное/коричневое, которое содержит значительное количество танинов. Для производства солода используется белое низкотаниновое сорго, чтобы избежать горечи и вяжущего вкуса. Химический состав сорго приведен в табл. 27.

Химический состав сорго (на сухое вещество)

Таблица 27

Компонент	Содержание, %
Крахмал	65–75
Белки	8–12
Жиры	2–4
Клетчатка	2–3
Таннины (в красном сорго)	0,5–2,0
Влажность нативного зерна	10–14

Ключевые особенности:

- Отсутствие глютена, подходит для получения безглютеновых продуктов.
- Высокое содержание крахмала, хорошая экстрактивность.
- Наличие ингибиторов ферментов (например, ингибиторов α -амилазы), что требует особой технологии проращивания.
- Плотная белково-полифенольная матрица вокруг крахмала затрудняет осахаривание.

Сорго обладает собственной ферментативной активностью, но она ниже, чем у ячменя. При проращивании вырабатываются α -амилаза, β -амилаза, протеазы, фитаза. Однако ферментативная активность ограничена из-за наличия ингибиторов

ферментов, плотной структуры эндосперма, высокого содержания проламинов (кафирины), которые образуют водонепроницаемую оболочку вокруг крахмала.

Кафирины — основные резервные белки эндосперма сорго из группы проламинов, одни из самых гидрофобных злаковых белков. Кафирины получили свое название от сорта сорго Кафир, из зёрен которого были впервые извлечены. Поэтому сорговый солод часто требует добавления экзогенных ферментов (амилаз, протеаз, пуллулааз) для полного осахаривания.

Разновидности солода из сорго

Поскольку сорго – нетрадиционное сырьё в европейском пивоварении, его солод пока не стандартизирован так же строго, как ячменный. Однако выделяют следующие типы:

Светлый (базовый) сорговый солод

- Получается при низкотемпературной сушке (до 70–75 °С).
- Цвет 2–4 EBC.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность.
- Используется как основа в безглютеновом пиве.
- Придаёт лёгкий зерновой, слегка ореховый вкус с нейтральным профилем.

Карамельный сорговый солод

- Подвергается влажному нагреву после проращивания (аналогично карамельному ячменному солоду).
- Цвет 40–120 EBC.
- Придаёт пиву сладость, полноту вкуса, карамельные тона.
- Используется в небольших количествах (2–10% от общей засыпи зернопродуктов).

Обжаренный сорговый солод

- Обжаривается при 180–220 °С после сушки.
- Цвет 200–400 EBC.
- Аромат: кофе, шоколад, жжёный сахар, лёгкая землистость.
- Полностью инактивирован.
- Применяется в безглютеновых стаутах и портерах.

Технология получения солода из сорго

Процесс солодоращения сорго имеет существенные отличия от ячменного из-за биохимической структуры зерна.

Отбор и подготовка зерна. Для производства солода используется белое низкотанниновое сорго. Проводится очистка от пыли, камней, щуплых зёрен. Ведется проверка всхожести (она должна быть более 90%) и влажности (она должна быть менее 12%). Сорго чувствительно к повреждениям, поэтому требуется бережная обработка.

Замачивание. Влажность доводится до 38–42%, что несколько ниже, чем у ячменя. Особенность сорго - медленное впитывание воды из-за плотной оболочки и гидрофобных белков. Проводят чередование замачивания и аэрации (например, 8 ч водная пауза / 8 ч воздушная пауза) при общей продолжительности 48–72 часа. Температура воды для замачивания 25–30 °С, что существенно выше, чем у ячменя.

Это ускоряет прорастание и разрушает ингибиторы. Иногда применяют предварительную обработку щелочью (например, 0,1% NaOH) или механическое шелушение для улучшения водопоглощения.

Проращивание. Продолжительность проращивания сорго 4–6 дней при температуре 28–32 °С, что значительно выше, чем у ячменя и относительной влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно ворошится. При высокой температуре активируются протеазы, разрушающие кафирины, это освобождает крахмал для последующего осахаривания. Во время проращивания вырабатывается α -амилаза, но β -амилазы образуется мало. Без высокотемпературного проращивания ферментативная активность остаётся крайне низкой.

Сушка. Проводится для остановки прорастания и снижения влажности до 4–5%.

Этапы:

1. Подвяливание: 40–50 °С, 12–18 ч.
2. Основная сушка:
 - Температура для светлого солода из сорго составляет 60–75 °С.
 - Для жареного солода из сорго после сушки проводится высокотемпературная обработка в обжарочном барабане при 180–220 °С.

При сушке важно избегать перегрева — ферменты сорго термолабильны.

Очистка, полировка и хранение. После сушки удаляют корешки, хотя их меньше, чем у ячменя ячменного солода. Упаковывают в герметичные мешки. Хранят при температуре менее 20 °С и влажности менее 10%. Срок годности 6–12 месяцев.

Производители

Malteries Soufflet (Франция)

Крупнейший мировой производитель, включает сорговый солод в линейку безглютеновых продуктов. Производит сорт Sorghum Malt (светлый), цвет 3–4 EBC. Производится на заводах в Франции, США (Миннесота) и Нигерии. Солод сертифицируется, как безглютеновый.

SAB Maltings (South African Breweries Maltings) — Южная Африка

Крупнейший производитель в Африке, специализируется на солоде из сорго для местного рынка. Также поставляет солод для традиционных напитков (umqombothi).

Применение соргового солода

Безглютеновое пивоварение

- Может составлять 100% в засыпи, при условии использования высокоферментативного соргового солода, добавления экзогенных ферментов (амилаза, пуллуланаза, протеаза) и оптимизации температурного режима затирания.
- Даёт пиво с чистым, нейтральным вкусом, хорошей плотной пеной.

Традиционные африканские напитки

В Африке солод из сорго используется традиционно для получения кисло-сладкого ферментированного напитка Umqombothi (ЮАР) и Pito (Гана, Нигерия)

замутненного, слегка кислого пива. Могут использоваться комбинации с просо, бананами, кассавой.

Производство виски и дистиллятов

- Экспериментальные безглютеновые сорта виски (например, в США и Австралии).
 - Даёт нейтральный спирт, подходящий для ароматизации.
- Преимущества и недостатки солода из сорго представлены в табл. 28.

Преимущества и недостатки

Таблица 28

Преимущества	Недостатки
Может использоваться для производства безглютеновой продукции	Низкая ферментативная активность (особенно β -амилазы)
Высокое содержание крахмала	Требует высокотемпературного проращивания
Устойчивость к засухе и заболеваниям, подходит для тропического климата	Плотная структура зерна вызывает трудности с осахариванием
Доступен в развивающихся странах	Может давать «пустой» вкус без дополнительных ингредиентов

СОЛОД ИЗ ПРОСА

Солод из проса — это редкий, но перспективный вид солода, получаемый из зёрен проса (*Panicum miliaceum*), одного из древнейших злаков, выращиваемых человеком. Просо — культура, устойчивая к засухе, широко распространённая в Африке, Азии и Восточной Европе. Как и сорго, просо не содержит глютен, что делает его ценным сырьём для безглютенового пивоварения, а также для традиционных ферментированных напитков (например, boza, kutya, millet beer).

Ботаническая принадлежность. Просо (*Panicum miliaceum*, просо обыкновенное) относится к злаковым культурам. Зерно мелкое (1–2 мм), круглое, жёлтое, белое или красноватое. Отличается высокой устойчивостью к засухе и бедным почвам.

Просо — один из самых древних культурных злаков: его выращивали в Китае уже 8 000 лет назад.

Окраска цветковых пленок желтая, белая, красная, коричневая, золотистая, серая, черная и даже пятнистая. Чаще всего встречается желтое и красное просо. Окраска пленок зависит как от сортовых особенностей, так и от условий выращивания и степени зрелости плодов. Особенностью химического состава зерна проса являются высокое содержание крахмала — 65–75%, из которых 28% амилозы и 72% амилопектина, и жира — до 5%. Химический состав проса приведен в табл. 29.

Химический состав проса (на сухое вещество)

Таблица 29

Компонент	Содержание, %
Крахмал	65–75
Белки	9–12
Жиры	3–5
Клетчатка	2–4
Фитиновая кислота	0,5–1,0
Влажность нативного зерна	10–12

Ключевые особенности:

- Отсутствие глютена, подходит для безглютеновых продуктов.
- Высокое содержание липидов, высокий риск прогоркания при хранении.
- Плотная структура эндосперма, затрудняет водопоглощение и осахаривание.
- Низкое содержание полифенолов, нейтральный вкус, хорошая стабильность пива.

Просо обладает умеренной ферментативной активностью, но ниже, чем у ячменя. При проращивании вырабатываются α -амилаза, протеазы, фитаза. β -амилазы мало, в результате сусло получается менее сброженным (высокий остаточный экстракт). Активность ферментов зависит от температуры проращивания и сорта. Часто требуется добавление экзогенных ферментов (амилаз, пуллулаз) для полного осахаривания.

Разновидности солода из проса

Поскольку просо – достаточно редкое сырьё для солода, он не стандартизирован, но можно выделить следующие типы:

Светлый (базовый) просяной солод

- Получается при низкотемпературной сушке (до 70–75 °С).
- Цвет 2–4 ЕВС.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность.
- Используется как основа в безглютеновом пиве.
- Придаёт лёгкий, слегка ореховый, зерновой вкус с нейтральным профилем.

Карамельный просяной солод

- Подвергается влажному нагреву после проращивания.
- Цвет 30–100 ЕВС.
- Содержит растворимые сахара
- Придаёт сладость, тело, карамельные тона.
- Используется в небольших количествах (2–8%).

Обжаренный просяной солод

- Обжаривается при 180–210 °С после сушки.
- Цвет 150–300 EBC.
- Аромат: жареные орехи, попкорн, лёгкая землистость.
- Не имеет ферментативной активности.
- Применяется в безглютеновых портерах и экспериментальных элях.

Технология получения солода из проса

Процесс солодоращения проса имеет особенности из-за мелкого размера зёрен и высокого содержания липидов.

Отбор и подготовка зерна. Используется пищевое белое или жёлтое просо. Проводится очистка от пыли, камней, щуплых зёрен. Проверка всхожести (она должна быть больше 85%) и влажности (она должна быть меньше 12%). Просо очень мелкое, легко теряется при обработке, требует специальных сит.

Замачивание. Влажность доводят до 38–42%. Важной особенностью является медленное впитывание воды из-за плотной оболочки. Оптимальный режим проращивания заключается в чередовании замачивания и аэрации (например, 6 ч водная пауза / 6 ч воздушная пауза), общая продолжительность 36–48 часов при температуре воды 25–30 °С, что выше, чем у ячменя. Иногда применяют предварительное шелушение или механическое повреждение для улучшения водопоглощения.

Проращивание. Продолжительность проращивания проса 3–5 дней при температуре 28–32 °С и влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно перемешивается, часто в барабанах из-за мелкого размера. Происходит активация α -амилазы и протеаз, расщепление запасных белков и крахмала. Высокую активность проявляет фитаза, что приводит к снижению содержания фитиновой кислоты и улучшению пищевой усвояемости. Из-за высокого содержания липидов возможен риск окисления, требуется контроль температуры и влажности.

Сушка. Проводится для остановки процессов прорастания и снижения влажности до 3–5%.

Этапы:

1. Подвяливание производится при температуре 40–50 °С, 12–18 ч.
2. Основная сушка:
 - Для светлого солода 65–75 °С.
 - Для обжаренного солода после сушки производится обжарка при температуре 180–210 °С.

При сушке важно избегать перегрева — ферменты проса термолабильны.

Очистка, полировка и хранение. Проводят удаление корешков (хотя их мало), просеивают через мелкие сита, упаковывают в герметичные мешки, так как просо склонно к окислению жиров. Рекомендуются холодное хранение при температуре менее 15 °С и влажности менее 10%. Срок годности: 3–6 месяцев (из-за высокого содержания липидов).

Производители солода из проса

На сегодняшний день коммерческое производство солода из проса крайне ограничено.

- Weyermann (Германия) — пилотные партии; доступен по спецзаказу.
- Castle Malting (Бельгия) — производит по запросу для безглютеновых проектов.
- Небольшие солодовни в Турции, Индии, Китае — производят для местных традиционных напитков.
- Крафтовые пивоварни иногда солодят просо самостоятельно в пилотных установках.

Применение солода из проса

Безглютеновое пивоварение

- Используется как основа или добавка в безглютеновых сортах пива.
- Может составлять 100% засыпи при условии использования высокоферментативного просяного солода, добавления экзогенных ферментов, и оптимизации режимов затиранья.
- Даёт пиво с мягким, слегка сладковатым вкусом, хорошей устойчивой пеной.

Традиционные напитки

- Voza (Турция, Балканы) — кисло-сладкий ферментированный напиток.
- Millet beer (Африка, Китай) — замутненное, слегка кислое пиво.
- Kutya, кутья (Восточная Европа, Россия) — ритуальное блюдо/напиток из пророщенного проса.

Пищевая промышленность

- В производстве безглютеновых каш, хлебов, заквасок, крупы.
 - Как источник легкоусвояемого крахмала и минеральных соединений.
- Преимущества и недостатки солода из проса представлены в табл.30.

Преимущества и недостатки солода из проса

Таблица 30

Преимущества	Недостатки
Подходит для производства безглютеновой продукции	Высокое содержание липидов создаёт риск прогоркания
Богат минеральными соединениями (Fe, Mg, Zn)	Мелкие зёрна создают трудности при сортировке и очистке зерна
Нейтральный органолептический профиль напитков, позволяет делать уникальные композиции вкусов при добавлении различных ингредиентов	Низкая ферментативная активность, особенно, β -амилазы
Устойчивость к засухе, подходит для тропического и засушливого климата	Короткий срок хранения

СОЛОД ИЗ ОВСА

Солод из овса (овсяный солод) — это специфический тип солода, получаемый путём проращивания и последующей сушки зёрен овса (*Avena sativa*). Хотя овёс

традиционно не является основным злаком для производства солода (в отличие от ячменя), его использование в пивоварении, производстве виски и других отраслях пищевой промышленности растёт благодаря уникальным органолептическим и функциональным свойствам.

Ботанические особенности. Овёс — однолетнее злаковое растение, принадлежащее к роду *Avena*. Зёрна овса имеют более низкое содержание крахмала по сравнению с ячменем или пшеницей, но значительно выше содержание жиров (липидов), растворимой клетчатки (β -глюканы) и белков. Химический состав овса представлен в табл. 31.

Химический состав зерна овса (на сухое вещество)

Таблица 31

Компонент	Содержание, %
Крахмал	45–60
Белки	12–18
Жиры (липиды)	5–9
β -Глюканы	3–7
Клетчатка	10–12
Влажность в нативном зерне	12–14

Высокое содержание липидов и β -глюканов – важная особенность, влияющая как на технологию получения солода, так и на его применение.

Овёс обладает низкой собственной ферментативной активностью по сравнению с ячменём:

- Низкий уровень α -амилазы и β -амилазы.
- Недостаточная активность протеаз и β -глюканаз.

Это означает, что овсяный солод почти всегда используется в смеси с высокоферментативными солодами (например, светлым ячменным базовым), чтобы обеспечить полное осахаривание крахмала.

Разновидности овсяного солода

Овсяный солод классифицируется по степени обработки и назначению:

Светлый (базовый) овсяный солод

- Получается при минимальной температуре сушки (до 80–85 °С).
- Цвет 2–4 ЕВС.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность (хотя всё равно низкую).
- Используется для придания пиву гладкости, кремовой текстуры и слабого орехового/сливочного вкуса.

- Часто применяется в стилях: Oatmeal Stout, New England IPA (NEIPA), Porter.

Обжаренный овсяный солод

- Подвергается термической обработке при температурах 150–220 °С.
- Цвет от 100 до 400 EBC.
- Придаёт глубокие тона: кофе, шоколад, карамель, орехи.
- Не содержит ферментов.
- Используется в тёмных стилях пива и экспериментальных сортах виски.

Технология получения овсяного солода

Процесс аналогичен производству ячменного солода, но с рядом особенностей, обусловленных химическим составом овса.

Отбор и подготовка зерна. Используется пивоваренный овёс с высоким содержанием крахмала и низким уровнем загрязнений. Проводится очистка от сорняков, пыли, мелких частиц. Проводят измерение жизнеспособности (всхожесть должна быть более 95%) и влажности (она должна быть менее 14%).

Замачивание. Влажность зерна доводят до 42–46%. Овёс медленнее впитывает воду из-за плотной оболочки и высокого содержания жиров. Процесс ведут чередованием периодов замачивания и аэрации (например, 8 ч водная пауза / 8 ч воздушная пауза) в течение 48–72 часов при температуре воды 12–16 °С.

Проращивание. Продолжительность проращивания составляет 4–6 дней. при температуре 14–18 °С и относительной влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно ворошится для равномерного роста корешков и ростков. Происходит активация гидролитических ферментов, расщепление запасных веществ (крахмал, белки, β-глюканы), рост корешков (длина корешков ≈ длине зерна). Основная проблема при проращивании – овса высокое содержание β-глюканов, что может вызывать «слизистость» массы, в связи с этим требуется контроль влажности и частое перемешивание.

Сушка. Проводится с целью остановки прорастания, стабилизации солода, удаления избытка влаги.

Этапы:

1. Подвяливание: 45–55 °С, 12–24 ч — испарение свободной влаги.
2. Основная сушка: 60–85 °С (для светлого солода) или выше (для тёмного).

Для светлого солода температура не превышает 80–85 °С, чтобы сохранить ферментативную активность. Для жареного солода проводится дополнительный этап обжарки при 150–220 °С в специальных барабанах.

Очистка, полировка и хранение. У высушенного овсяного солода удаляют корешки, полируют для удаления остатков шелухи. Готовый солод имеет влажность менее 5%. Он должен храниться в сухих, прохладных условиях (влажность менее 10%, температура менее 20 °С). Срок хранения составляет до 12 месяцев при соблюдении условий.

Производители:

- **Курский солод (Россия)** производит солод овсяный специальный голозерный (Oat Malt).

- **Weyermann (Германия) Pale Ale Oat Malt** — светлый овсяный солод для мягкости и полноты вкуса.
- **Viking Malt (Финляндия / Скандинавия) Viking Oat Malt** — классический соложённый овёс и **Organic Oat Malt** — органический вариант.
- **Crisp Malting Group (Великобритания) Crisp Oat Malt** — традиционный овсяный солод, популярный среди крафтовых пивоварен.

Применение овсяного солода

Пивоварение

- Улучшает текстуру, пенообразование, стабильность пены.
- Придаёт мягкость, сливочность вкуса
- Особенно популярен в NEIPA (New England IPA), его добавляют до 20–30% от общего объёма засыпи.
- В Oatmeal Stout его добавляют до 10–30% для характерной «овсяной» мягкости.

Производство виски

- Используется в некоторых экспериментальных и крафтовых сортах виски (например, в США и Шотландии).
- Даёт необычные тона: сливочные, маслянистые, ореховые.
- Требуется тщательного контроля ферментации из-за высокого содержания жиров.

Пищевая промышленность

- В производстве безглютеновых продуктов (овёс технически не содержит глютен, но может содержать его следы).
- В хлебопечении — как добавка для улучшения текстуры.

Преимущества и недостатки овсяного солода представлены в табл. 32.

Преимущества и недостатки овсяного солода

Таблица 32

Преимущества	Недостатки
Улучшает текстуру и пенообразование	Низкая ферментативная активность
Придаёт уникальный вкус и аромат	Высокое содержание липидов создаёт риск прогоркания
Богат β-глюканами, поэтому может использоваться для создания функциональных продуктов питания	Может вызывать проблемы с фильтрацией из-за повышенной вязкости
Подходит для безглютеновых рецептов (при тщательном контроле следовых количеств)	Дороже ячменного солода

СОЛОД ИЗ ГРЕЧИХИ

Солод из гречихи (гречишный солод) — это нетрадиционный, но всё более востребованный вид солода, получаемый из зёрен гречихи (*Fagopyrum esculentum*). В отличие от классических злаковых солодов (ячменного, пшеничного, ржаного), гречиха не является злаком: это псевдозлаковое растение из семейства Гречишные (*Polygonaceae*). Тем не менее, благодаря своему химическому составу и способности к прорастанию, гречиха может быть использована для производства солода, особенно в безглютеновых и экспериментальных напитках.

Ботаническая принадлежность. Гречиха (*Fagopyrum esculentum*, обыкновенная гречиха) псевдозлаковое растение, не содержащее глютен. Зёрна имеют трехгранную форму, твёрдую оболочку, серовато-коричневый цвет. Важная особенность - высокое содержание усвояемого крахмала и отсутствие глютена, что делает гречиху идеальным сырьём для получения безглютенового солода. Химический состав гречихи представлен в табл. 33.

Химический состав гречихи (на сухое вещество)

Таблица 33

Компонент	Содержание, %
Крахмал	60–75
Белки	10–15
Жиры	2–3
Клетчатка	8–12
Углеводы (общие)	75
Минеральные соединений	2–3
Фенольные соединения	0,5-1,5
Влажность нативного зерна	13-15

Гречиха обладает собственной ферментативной активностью, хотя и ниже, чем у ячменя. Присутствуют α -амилаза, β -амилаза, протеазы, фитаза. Активность ферментов возрастает при проращивании. Однако для полного осахаривания часто требуется добавление экзогенных ферментов (амилаз, глюкеназ) или смешивание с высокоферментативным солодом (например, рисовым или сорговым).

Поскольку гречиха — нетрадиционное сырьё, её солод пока не стандартизирован так же строго, как ячменный. Однако выделяют следующие типы:

Разновидности гречишного солода

Светлый (базовый) гречишный солод

- Получается при низкотемпературной сушке (до 70–80 °С).
- Цвет 3–6 ЕВС.
- Сохраняет максимальную ферментативную активность.
- Используется как основа в безглютеновых сортах пива и виски.
- Придаёт лёгкий ореховый, землистый вкус с нотками миндаля или гречневой каши.

Карамельный гречишный солод

- Подвергается «влажной» термообработке (как карамельный ячменный солод).
- Крахмал частично инвертируется в сахара внутри зерна.
- Цвет 50–150 ЕВС.
- Добавляет сладость, карамельные тона, улучшает тело напитка.

Обжаренный гречишный солод

- Обжигается при температурах 180–220 °С.
- Цвет 300–600 ЕВС.
- Аромат: кофе, шоколад, жжёный хлеб, древесина.
- Полностью инактивирован (нет ферментов).
- Используется в тёмных безглютеновых стилях (Stout, Porter).

Технология получения солода из гречихи

Процесс аналогичен классическому солодоращению, но с адаптацией под особенности гречихи.

Отбор и подготовка сырья. Используется пищевая или пивоваренная гречиха (цельные ядрица, без повреждений). Проводится очистка от пыли, камней, щуплых зёрен. Проверяется всхожесть (она должна быть более 90%) и влажность (она должна быть менее 14%). Гречиха не имеет плёночной оболочки, легко повреждается, поэтому требуется бережная обработка.

Замачивание. Необходимо довести влажность до 44–48%. Гречиха быстро впитывает воду (в отличие от овса). Предпочтительный режим состоит из 2–3 циклов по 6–8 часов замачивания с аэрацией общей продолжительностью 24–36 часов при температуре воды 14–18 °С. При замачивании требуется хороший дренаж и промывка.

Проращивание. Продолжительность проращивания 3–5 дней при температуре 16–20 °С и влажности воздуха 90–95%. Зерно регулярно перемешивается (ручное или механическое ворошение). Корешки появляются через 24–48 часов. К концу проращивания длина корешка составляет 0,5–1,0 длины зерна. Происходят значительные биохимические изменения. Активизируются амилолитические и протеолитические ферменты, начинается распад запасных белков и крахмала, снижается вязкость за счёт частичного расщепления клетчатки. Из-за отсутствия оболочки масса может «слипаться», что требует частого рыхления.

Сушка. При этом останавливаются ростовые процессы, влажность снижается до 4-5%.

Этапы:

1. Подвяливание: 40–50 °С, 12–18 ч — испарение свободной влаги.
2. Основная сушка:
 - Для светлого гречишного солода 60–75 °С.
 - Для карамельного гречишного солода, после проращивания зёрна не сушат, а сразу подвергают влажному нагреву (60–70 °С при высокой влажности), затем сушат.
 - Для обжаренного гречишного солода, после сушки осуществляется обжарка при 180–220 °С.

При сушке важно избегать перегрева — белки гречиши чувствительны к денатурации.

Очистка, полировка и хранение. Осуществляют удаление корешков (хотя их меньше, чем у ячменя). Производят просеивание для удаления мелких частиц. Упаковывают в герметичные мешки (гречиха склонна к окислению жиров при длительном хранении). Условия хранения: температура менее 20 °С, влажность менее 10%. Срок годности: 6–12 месяцев (рекомендуется использовать в течение 6 месяцев для сохранения ферментов).

Производители

- **Курский солод (Россия)** производит солод гречишный специальный российский (Buckwheat Malt).
- **Weyermann (Германия).** Один из ведущих мировых производителей специальных солодов. Компания также предлагает безглютеновые решения, включая гречишный солод (Buckwheat Malt) под собственными разработками или в рамках ограниченных партий.
- **Meusdoerffer Malt (Германия).** Специализируется на органических и диетических солодовых продуктах. Предлагает органический гречишный солод для безглютенового пивоварения.

Применение гречишного солода

Безглютеновое пивоварение

- Основной рынок применения. Может составлять 100% затора при условии добавления ферментов (амилазы, пуллуланы).
- Даёт пиво с характерным орехово-землистым вкусом, плотной пеной и хорошей полнотой вкуса.
- Используется в стилях: Gluten-Free Lager, Pale Ale, Stout.

Производство виски и других дистиллятов

- Используется для производства экспериментальных сортов виски (например, в США, Японии, Европе).
- Придаёт дистилляту уникальные тона: гречневая каша, мёд, миндаль, копченость.

Пищевая промышленность

- В производстве безглютеновых хлебов, каш, напитков.
- Как источник натуральных антиоксидантов.

Преимущества и недостатки гречишного солода представлены в табл. 34.

Преимущества	Недостатки
Подходит для производства безглютеновой продукции	Зерна не имеют достаточного количества оболочек, что может вызвать проблемы с фильтрацией затора
Высокое содержание крахмала	Низкая ферментативная активность по сравнению с ячменём
Содержит вещества антиоксидантной природы	Склонность к окислению из-за липидов, что ограничивает сроки хранения
Уникальный вкусовой профиль	Высокая стоимость по сравнению с традиционными солодами

Контрольные вопросы:

1. Почему солода из пшеницы, ржи, овса и других культур, отличных от ячменя, относят к специальным?
2. Какие из перечисленных культур не содержат глютен? Почему это важно при производстве безглютенового пива?
3. Что такое тритикале? Почему его используют для производства солода?
4. Какой из перечисленных солодов наиболее традиционно используется в стиле Hefeweizen?
5. Чем отличается процесс проращивания ржаного солода от ячменного? Какие трудности возникают при его производстве?
6. Какие ферментативные особенности характерны для солода из сорго? Почему он популярен в Африке?
7. Как влияет высокое содержание β -глюканов в ржаном и овсяном солоде на процесс фильтрации суслу?
8. Сравните пшеничный и ржаной солод по содержанию белка, вязкости суслу и влиянию на органолептику пива.
9. Предложите рецептуру безглютенового пива на основе солода из сорго и гречихи. Обоснуйте выбор компонентов и необходимость добавления ферментов.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**Конгрессный способ затирания**

Важнейшими показателями качества солода являются его поведение в процессе затирания и способность максимально расщеплять содержащиеся вещества. Для их определения существует лабораторный стандартизованный метод затирания, называемый конгрессным (в соответствии с требованиями Аналитического комитета Европейской пивоваренной конвенции), который дает возможность определить выход экстракта при переработке солода. При этом исходят из того, что чем лучше солод растворен, тем меньше степень его

измельчения влияет на выход. Поэтому конгрессный метод затирания всегда проводят в виде двойного определения, в котором масса каждой пробы составляет по 50 г солода:

- солод измельчают очень грубо, чтобы содержание муки (грубого помола) составляло 25 %;

- солод измельчают очень тонко, чтобы содержание муки (тонкого помола) составляло 90 %.

По нормативам ЕВС для измельчения применяют дисковые мельницы типа DLFU, которые специально настраивают для данного метода.

По 50 г муки грубого и тонкого помола затирают с 200 см³ дистиллированной воды при 45–46°C и постоянном перемешивании в специальных заторных стаканах в течение 30 мин.

Затем в течение 25 мин поднимают температуру в заторном стакане до 70°C (по 1°C в мин), добавляют при 70°C 100 мл воды, и эту температуру поддерживают при постоянном перемешивании в течение 1 часа. В это время контролируют осахаривание.

В заключение затор охлаждают до комнатной температуры в течение 15 мин и содержимое стакана разводят дистиллированной водой до 450 г, после чего производят фильтрование содержимого через складчатый фильтр. Первые 100 мл фильтрата возвращают на фильтр и заканчивают фильтрование, когда фильтрующий слой оказывается сухим.

Полученное сусло называют лабораторным или конгрессным суслом и его незамедлительно анализируют. Важнейшим показателем при этом является экстрактивность. Поскольку сахарометрическое определение экстрактивности не отличается высокой точностью, содержание экстракта определяют при помощи пикнометра, рефрактометра, специального сахарометра или высокоточного плотномера. При помощи таблицы *Плато (Plato)* определяют экстрактивность, которая выражается в процентах; ее относят как на воздушно-сухое вещество, так и на сухие вещества. При этом более информативным является экстрактивность в пересчете на сухие вещества, так как показатель на воздушно-сухие вещества зависит от влажности солода.

Нормативные значения экстрактивности при конгрессном методе затирания составляют:

- у светлого солода 79–82 % на сухие вещества,

- у темного солода 75–78 % на сухие вещества.

Солод оценивают тем выше, чем выше его экстрактивность. При этом хорошую оценку дают при достаточном растворении солода. При хорошо растворенном солоде разница между содержанием экстрактивных веществ в грубом и тонком помоле невелика, поскольку помол в этом случае оказывает меньшее влияние на выход экстракта. Оценивают его следующим образом:

- экстрактивность при таком помоле (%) минус экстрактивность при грубом помоле (%). При этом разность менее 1,8 % считается хорошей, а выше 1,8 % – посредственной.

Помимо этого, в конгрессном сусле определяют:

- запах затора: он считается «нормальным», если соответствует типу анализируемого солода;
- проба по йоду: определяют время, необходимое для достижения осахаривания (нормальной пробы по йоду после достижения температуры затора 70 °С, то есть продолжительность выдержки до момента, когда йод перестанет изменять свою желтую окраску; результат записывают в виде: «меньше 10 мин», «от 10 до 15 мин», «от 15 до 20 мин» и т.д.;
- время фильтрования – его считают «нормальным», если фильтрование заканчивается в течение 1 ч, а если продолжается дольше, то фильтрование оценивают как «медленное»;
- прозрачность: лабораторное сусло может быть «прозрачным», «опалесцирующим» или «мутным»;
- величину рН; ее измеряют через 30 мин после начала фильтрования с помощью электродов; рН конгрессного сусла составляет 5,6–5,9;
- цветность сусла; хотя этот показатель не дает надежного прогноза для цветности пива, но он позволяет сделать заключение о типе солода. Измерение производят путем сравнения цвета сусла с соответствующим цветным стеклом в цветомере (компараторе) Хеллига. Нормативные значения:

для светлого солода	до 4 ед. ЕВС,
для среднеокрашенного солода	до 5–8 ед. ЕВС,
для темного солода	до 9,5–16 ед. ЕВС;
- «цветность после кипячения» – сусло кипятят 2 ч с обратным холодильником и осветляют через мембранный фильтр. По цветности после кипячения можно сделать заключение о цветности пива, но данная зависимость статистически ненадежна. Светлый солод достигает в среднем 5,1 ед. ЕВС, максимально – 7 ед. ЕВС;
- вязкость сусла – по вязкости конгрессного сусла можно делать заключение о будущем поведении сусла при осветлении и фильтровании. Конгрессное сусло должно иметь вязкость от 1,51 до 1,63 мПа·с;
- содержание азота определяют так же, как и у ячменя, но в солоде оно на 0,5% ниже. Приводят его обычно в пересчете на содержание белка путем умножения содержания азота на 6,25 ($N \cdot 6,25$). Содержание белка в солоде должно быть ниже 1,08 %;
- растворимый азот – азотсодержащие соединения, которые при затирации по конгрессному способу переходят в раствор. Обычно эта величина составляет 0,55–0,75 % растворимого азота на сухие вещества или 650–750 мг/л;
- степень растворения (число Кольбаха) – величина, показывающая, сколько процентов общего азота солода переходит в раствор при затирации по конгрессному способу. Степень растворения является признаком протеолитического растворения солода; исходят из того, что чем выше степень растворения, тем лучше солод растворен. Оценка солода по числу Кольбаха осуществляется так:
 - растворен удовлетворительно – менее 25 %;
 - растворен хорошо – 35–41 %;
 - растворен – свыше 41 %.

- формольный азот – с его помощью определяют низкомолекулярные соединения азота; нормальные значения составляют 180–220 мг/100 г сухих веществ солода;
- аминный азот – с его помощью также определяют низкомолекулярные соединения азота; нормальные значения находятся на уровне 120–160 мг/100 г сухих веществ солода;
- диастатическая сила – потенциал амилаз для расщепления крахмала, как существенный показатель для оценки качества солода. Диастатическая сила определяется в единицах Виндиша-Кольбаха. Нормальные его значения:
 - светлый солод – 240–260 ед. WK,
 - темный солод – 150–170 ед. WK.
- метод четырех затираний по Гартонгу-Кречмеру – 4 стакана по 50 г солода тонкого помола затираются в течение 1 ч при различной температуре:
 - первый – 20 °С (VZ 20 °С);
 - второй – 45 °С (VZ 45 °С);
 - третий – 65 °С (VZ 65 °С);
 - четвертый – 80 °С (VZ 80 °С);
 и в заключение определяется экстрактивность.

Из полученных результатов можно сделать выводы о ферментативной активности, растворении эндосперма и белков. Наибольшее значение имеет величина VZ 45 °С, которая связана с содержанием аминного азота и дает представление о питании дрожжей. Нормальное значение VZ 45 °С для светлого солода равно 33-39 %. Содержание НДМА (нитрозаминов) не должно составлять более 3 мг/кг.

Светлый солод по номенклатуре ЕВС и российскому ГОСТ 29294-2021 приведены в табл. 35 и 36.

Показатели качества светлого солода по номенклатуре ЕВС

Таблица 35

Показатели	Значения
Содержание белка, %	менее 10,8
Число Кольбаха, %	38–42
Разность экстрактивности тонкого и грубого помола, %	1,2–1,8
Вязкость, мПа·с	Ниже 1,55
Цвет, ЕВС	Ниже 3,4
Цвет после кипячения, ЕВС	Ниже 5,0
Содержание азота на СВ солода, г/100 г СВ солода	более 0,65
Показания фриабиметра, %	80–86
Общая стекловидность, %	ниже 2
Число Хартонга VZ 45 °С, %	37–41
Влажность, %	ниже 5
Отходы, %	ниже 0,8
Листки зародыша, %	Однородное развитие, например: до 1/4 длины зерна – 0;

	до 1/2 длины зерна – 3; до 3/4 длины зерна – 25; до 1 длины зерна – 75; более 1 длины зерна – 2 .
--	--

Показатели качества светлого солода по номенклатуре ГОСТ 29294-2021

Таблица 36

Показатели	Нормальные величины показателей	
	для светлого солода	для темного солода
Влажность, %	3,8–5,8	3–4,5
Продолжительность осахаривания, мин	10–20	20–30
Выход экстракта на абсолютно СВ (тонкий помол), %	77–79,5	76–77,5
Разница в выходе экстракта в тонком и грубом помолах, % на СВ	0,8–1,2	0,6–1,0
Содержание мальтозы в экстракте, %	65–73	59–65
Отношение сахаров к несахарам	0,40–0,55	0,55–0,70
Амилолитическая активность в ед. Виндиша-Кольбаха	300	100
Цвет в мл 0,1N йода (на 100 мл суслу)	0,16–0,26	0,8–1,2
Натура (масса 1 л в г)	540–570	520–550
Абсолютная масса (масса 1000 зерен, г)	30–33	28–32
Развитие зародышевого листа до 3/4 - 1,0 %	75–80	75–85
Количество мучнистых зерен, %	90–95	90–95
Кислотность мл 0,1N раствора NaOH	10,5–12,5	9–11
Азот общий в пересчете на белковое вещество, %	10,0–10,6	10,6–11,6
Аминный азот (формольный), %	0,19–0,21	0,13–0,15

Органолептические свойства красящих солодов

Внешний вид. Зерна карамельного солода - округлые, несморщенные, цвет равномерный - от светло-желтого до буроватого с глянцевым оттенком. Оболочка солода очень хрупкая и при сдавливании легко ломается. В разрезе зерна мучнистые, от светло-желтого до темно-рубинового цвета. Стекловидность эндосперма указывает на наличие неосахаренного или неоклейстиризованного крахмала. Таких зерен должно быть наименьшее количество - не более 5%.

Определение запаха и вкуса карамельного и жженого солода проводят в холодной и горячей вытяжках. Для анализа используют мельницу лабораторную для получения тонкого помола, весы с погрешностью ± 75 мг, термометр, стаканы вместимостью 400 или 600 см³, цилиндр на 250 см³, электроплитку, сетку асбестовую, таймер, дистиллированную воду, ложку фарфоровую или металлическую.

Приготовление холодной вытяжки. Навеску солода очищают от примесей и размалывают, 50 г тонкоразмолотого солода смешивают в стакане с 250 см³ дистиллированной воды, настаивают 20 мин и определяют вкус и аромат.

Приготовление горячей вытяжки. К навеске 50 г тонкоразмолотого солода в стакан приливают воду с температурой 90 °С, смесь доводят до слабого кипения и при помешивании выдерживают 5 мин. Из стакана ложкой отбирают пробу жидкой фазы и определяют ее вкус и аромат.

Определение влажности.

Определение влажности состоит в ускоренном высушивании солода при температуре 130 °С в течение одного часа, 30 минутном охлаждении в эксикаторе и взвешивании. Влажность красящих солодов не должна превышать 4-5%.

Определение экстрактивности красящих солодов.

В связи с тем, что красящий солод в процессе приготовления подвергается воздействию высокой температуры и его ферменты инактивированы, при определении экстрактивности его затирают вместе со светлым ячменным солодом. Экстрактивность красящего солода колеблется в пределах 65–75%.

Приборы и посуда: термостатированная водяная баня; весы технические; пикнометры; заторные стаканы; колбы на 200 и 500 см³; воронка диаметром 20 см.

Ход определения. Навеску 25 г тонкоразмолотого красящего солода и 25 г светлого ячменного солода такого же помола с высокой осаживающей способностью, известными экстрактивностью и влагосодержанием смешивают в стакане с 200 см³ дистиллированной воды, нагретой до 47 °С.

Стакан помещают в водяную баню, вода в которой нагрета до 45 °С. При этой температуре смесь выдерживают 30 мин, периодически перемешивая ее. Затем температуру затора повышают до 70 °С с интенсивностью нагрева 1 °С в минуту. В момент достижения в заторе температуры 70 °С в стакан вливают 100 см³ дистиллированной воды, нагретой до 70 °С. При этой температуре солод осаживается при периодическом перемешивании в течение одного часа. Затем затор охлаждают до комнатной температуры. Небольшими порциями дистиллированной воды обмывают мешалку и термометр и содержимое стакана доводят этой водой на технических весах до 450 г. Далее затор перемешивают и фильтруют через двойной бумажный складчатый фильтр в сухую колбу. Фильтрацию продолжают до момента образования трещин в осадке дробины на фильтре. В фильтрате определяют массовую долю экстрактивных веществ e в лабораторном сусле. Затем по формуле (2) рассчитывают массовую долю экстрактивных веществ товарного красящего солода, %.

$$E_1 = \frac{e(1600+W_1+W_2)}{100-e} - E, \quad (2)$$

где e – массовая доля экстрактивных веществ в фильтрате, %

E_1 – массовая доля экстрактивных веществ товарного красящего солода, %.

W_1 – влажность светлого солода, %

W_2 – влажность красящего солода, %

E – массовая доля экстракта светлого солода в % к воздушно-сухому веществу

Далее по формуле (3) определяется массовая доля экстракта в красящем солоде E_2 , % к сухому веществу:

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{100 - W_2} \quad (3)$$

Определение цвета и концентрации меланоидинов красящего солода.

Цвет солода выражают в см^3 0,1н раствора йода в 100 см^3 воды. Этот объем йода в 100 см^3 воды дает такую же окраску раствора, как 100 см^3 вытяжки, полученной из 100 г солода.

По показателю цвета различают следующие виды карамельного солода: светлый - до 2, средний - 10-15, карамельного цвета 20-25, темный (портерный) - 35-40 см^3 0,1н раствора йода в 100 см^3 воды.

Приборы и посуда: фотоколориметр; широкогорлая колба на 500 см^3 ; мерные колбы на 100, 200 и 500 см^3 .

Ход определения. При определении цвета сначала готовят вытяжку из карамельного солода. Для этого 5 г размолотого карамельного солода помещают в широкогорлую колбу и заливают 200 см^3 дистиллированной воды. Смесь кипятят 10 мин. После охлаждения смесь количественно переводят в мерную колбу на 500 см^3 , доводят водой до метки, хорошо перемешивают и фильтруют через складчатый бумажный фильтр в сухую колбу. Таким образом, в 100 см^3 вытяжки содержатся красящие вещества одного грамма солода.

Затем при использовании светофильтра №3 (длина волны 540–545 нм) и кюветы на 10 мм определяют относительную оптическую плотность D вытяжки и по табл. 37 находят цвет (0,1н раствора йода на 100 см^3 воды) и концентрацию меланоидинов в 100 см^3 вытяжки (мг на 100 см^3).

Эти показатели соответствуют 1 г карамельного солода, поэтому, умножая полученные величины на 100, получим цвет и концентрацию меланоидинов в мг на 100 г солода. Если относительная оптическая плотность вытяжки превышает значение 0,8, то вытяжку разбавляют водой, а при расчете учитывают степень разведения.

Соотношение между относительной оптической плотностью, цветом и концентрацией меланоидинов

Таблица 37

Относительная оптическая плотность D	Концентрация меланоидинов, мг на 100 см^3 вытяжки	Цвет, см^3 0,1н раствора йода в 100 см^3 воды	Относительная оптическая плотность D	Концентрация меланоидинов, мг на 100 см^3 вытяжки	Цвет, см^3 0,1н раствора йода в 100 см^3 воды
0,196	7	0,52	0,511	19	1,40
0,223	8	0,60	0,538	20	1,46
0,249	9	0,66	0,564	21	1,53

0,275	10	0,73	0,590	22	1,61
0,301	11	0,81	0,617	23	1,70
0,327	12	0,88	0,643	24	1,75
0,354	13	0,95	0,669	25	1,82
0,380	14	1,02	0,695	26	1,90
0,406	15	1,10	0,722	27	1,96
0,432	16	1,17	0,748	28	2,04
0,459	17	1,24	0,777	29	2,11
0,485	18	1,31	0,800	30	2,18

Определение диастатической силы солода по методу Виндиша–Кольбаха

Определения активности солода по Виндишу–Кольбаху (ед. WK, °WK) — европейский стандарт оценки диастатической (осахаривающей) силы солода, принятого ЕВС (European Brewery Convention) и широко используемого в Европе, России и странах СНГ.

Метод: Ферментативный гидролиз крахмала при 20°C и pH 5,0 с последующим титрованием

Единицы измерения: градусы Виндиша–Кольбаха (°WK)

Норматив: ЕВС Method 4.11.2, ГОСТ 33313-2015 (п. 5.12), Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission (МЕВАК)

Цель метода. Определить общую амилолитическую активность солода — способность его ферментов (в основном α - и β -амилаз) расщеплять крахмал до восстанавливающих сахаров при стандартных условиях: температура 20°C, pH 5,0, время 1 час.

Результат выражается в ед. WK, где 1 ед. WK равняется количеству ферментов, необходимых для образования 1 г восстанавливающих сахаров (в пересчёте на глюкозу) за 1 час из 100 г солода в указанных условиях.

Принцип метода

Измельчённый солод инкубируется с раствором крахмала в ацетатном буфере (pH 5,0) при 20°C в течение 60 минут. После инкубации реакция останавливается кипячением. Образовавшиеся восстанавливающие сахара (мальтоза, глюкоза и др.) определяются йодометрическим титрованием или, чаще, титрованием раствором тиосульфата натрия после окисления избытка йода. В отличие от метода Линтера (pH 4,2), метод Виндиша-Кольбаха использует более нейтральный pH (5,0), что лучше отражает условия пивоваренного затирания.

Приборы и реактивы, необходимые для проведения анализа: заторный аппарат или водяная баня; термометры; колбы; химические стаканы; пипетки; мерные колбы на 50, 200 и 100 см³.

Растворимый крахмал, ацетатный буферный раствор рН 5,0; 0,1 н. раствор йода; 0,1 н. раствор тиосульфата натрия; 1н. раствор H_2SO_4 ; 1 н. раствор гидроксида натрия, 1 %-й раствор крахмала.

Ход определения. Для приготовления вытяжки 20 г тонкоразмолотого сухого солода помещают в предварительно взвешенный стеклянный или заторный стакан с 450 мл дистиллированной воды и при помешивании экстрагируют 1 ч на водяной бане (в заторном аппарате) при 40 °С. После этого содержимое стакана охлаждают до комнатной температуры, доводят его массу до 500 г и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Одновременно готовят 1 %-й раствор крахмала. Для этого 11 г растворимого крахмала (при содержании влаги 10 %) разбалтывают в 50 см³ воды и взвесь тонкой струей при перемешивании вливают в 800 см³ кипящей воды. Кипение жидкости поддерживают 5 мин и охлаждают, помешивая раствор стеклянной палочкой во избежание образования на поверхности пленки. Раствор переливают в литровую мерную колбу, добавляют 5 мл буферного раствора, после чего объем содержимого колбы доводят водой до 1 л при температуре 20 °С.

При выполнении основного опыта 100 см³ раствора крахмала вливают в мерную колбу на 200 см³, температуру устанавливают точно 20 °С и вносят 5 см³ солодовой вытяжки, смесь выдерживают 30 мин. Реакцию прерывают, добавляя 3 см³ 1 н. раствора гидроксида натрия, после чего объем содержимого колбы доводят водой до метки.

Для определения содержания образовавшейся мальтозы 50 см³ содержимого 200 см³ колбы помещают в коническую колбу на 200–250 см³, приливают 25 см³ 0,1 н. раствора йода и 3 мл 1 н. раствора гидроксида натрия. Смесь перемешивают и оставляют в покое на 5 мин, затем вводят 4,5 см³ 1 н. раствора H_2SO_4 и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата.

Количество израсходованного 0,1 н. раствора йода должно быть в пределах 5–15 см³, в противном случае опыт необходимо повторить с другим количеством солода.

Холостой опыт на вытяжку из солода проводят следующим способом. Так как солодовая вытяжка содержит мальтозу, на которую расходуется часть йода, то необходимо провести определение этого количества. Для этого 12,5 см³ солодовой вытяжки доливают водой до 50 см³, добавляют 25 см³ 0,1 н. раствора йода, 3 см³ 1 н. раствора NaOH и при перемешивании смесь выдерживают 5 мин, затем добавляют в нее 4 см³ 1 н. раствора H_2SO_4 и титруют 0,1 н. раствором тиосульфата натрия, добавив несколько капель раствора крахмала.

Холостой опыт на крахмал проводят следующим образом: 25 см³ буферного раствора крахмала и 25 см³ воды помещают в коническую колбу на 200–250 см³, приливают 10 см³ 0,1 н. раствора йода, 3 см³ 1 н. раствора NaOH и выдерживают 5 мин; приливают 4 см³ 1 н. раствора серной кислоты и титруют смесь 0,1 н. раствором тиосульфата натрия.

Диастатическую силу рассчитывают по формуле (в условных единицах Виндиша–Кольбаха)

$$ДС = \left[a - \left(\frac{b}{10} + c \right) \right] K \cdot 17,1, \quad (4)$$

где a – количество 0,1 н. раствора йода, связанного в опыте, см³;
 b – количество 0,1 н. раствора йода, связанного солодовой вытяжкой, см³;
 c – количество 0,1 н. раствора йода, связанного раствором крахмала, см³;
 K – коэффициент разбавления, равный двум при употреблении 20 г солода; 17,1 – число миллиграммов мальтозы, соответствующее 1 см³ 0,1 н. раствора йода.

Пример. Влажность свежепросоженного солода 43 %. Для приготовления вытяжки взято 20 г солода. На обратное титрование избытка йода в основном опыте израсходовано 17,7 см³ тиосульфата натрия; следовательно, на окисление мальтозы пошло $25 - 17,7 = 7,3$ см³ ($a = 7,3$); 12,5 см³ вытяжки потребовали $25 - 18,9 = 6,1$ см³ 0,1 н. раствора йода ($b = 6,1$). Количество йода, связанного раствором крахмала, $10 - 9,3 = 0,7$ см³ ($c = 0,7$). Тогда

$$ДС = \left[7,3 - \left(\frac{6,1}{10} + 0,7 \right) \right] 2 \cdot 17,1 = 204,86 \text{ ед. WK}.$$

В пересчете на сухое вещество

$$ДС_{с.в.} = \frac{204,86 \cdot 100}{100 - 43} = 359,4 \text{ ед. WK}.$$

Диастатическая сила задается в единицах Виндиша–Кольбаха (*Windisch–Kolbach*, WK). Нормальные значения для светлого сухого солода 260-320 единиц WK, для темного солода 150-170 единиц WK.

Соотношения диастатической силы по методу Виндиша-Кольбаха (ед. WK) и диастатической силы по Линтнеру (°Lintner) представлены в табл. 38. Характеристика солода по диастатической силе Виндиша-Кольбаха приведена в табл. 39.

Соотношение ед. WK и °Lintner

Приблизительное соотношение:

1 °Lintner \approx 3,5 – 4,0 ед. WK

Соотношение диастатической силы солода в ед. WK и °Lintner

Таблица 38

Солод	WK (ед. WK)	°Lintner
Базовый светлый солод	280–320	40–50
Высокоферментированный	400–600	60–120

Требования к точности

– Повторяемость ± 10 ед. WK между параллельными пробами

- Контроль pH строго $5,0 \pm 0,05$
- Температура $20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$
- Свежесть крахмала и реагентов очень важна

Характеристика солода по диастатической силе Виндиша-Кольбаха

Таблица 39

WK (°WK)	Характеристика	Рекомендации
< 250	Низкая активность	Использовать только с ферментативным солодом
250–350	Средняя	Подходит для 100% засыпи (хорошо растворенный солод)
350–500	Высокая	Возможна добавка 20–30% несоложёных злаков
>500	Очень высокая	Для рецептов с >40% несоложёных компонентов

Метод Виндиша–Кольбаха является надёжным, стандартизированным и технологически релевантным способом оценки ферментативного потенциала солода. Благодаря использованию pH 5,0, он лучше, чем метод Линтера, отражает реальные условия затирания.

Определение диастатической силы (Diastatic Power, DP) солода по методу Линтера

Метод: Ферментативный гидролиз крахмала с помощью колориметрического определения восстанавливающих сахаров (мальтозы)

Единицы измерения °Lintner (°L)

Норматив ASBC Methods of Analysis, Malt-4; EBC 4.11.1

Цель метода: определить осахаривающую способность солода — количество мальтозы, образуемой под действием ферментов солода за определённое время в стандартных условиях. Результат выражается в градусах Линтера (°Lintner), где 1 °Lintner соответствует количеству ферментов, необходимых для образования 0,01 г мальтозы из крахмала за 1 час при 20°C и pH 4,2 из 10 г солода.

Принцип метода. Солод измельчается и инкубируется в буферном растворе (pH 4,2) с добавлением крахмала при 20°C в течение 1 часа. После инкубации реакция останавливается, и количество образовавшихся восстанавливающих сахаров (преимущественно мальтозы) определяется йодным/дифениламиновым методом. На практике чаще используется автоматизированный ферментативный анализ или колориметрический тест с 3,5-динитросалициловой кислотой (DNS).

Реактивы и оборудование

Реактивы: Фосфатный буфер, pH 4,2 (24,0 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и 18,7 г $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ довести до 1 дм^3 дистиллированной водой); 1% раствор растворимого крахмала (в буфере pH 4,2, свежеприготовленный); раствор DNS (3,5-

динитросалициловой кислоты) для определения восстанавливающих сахаров или готовый набор для анализа мальтозы (например, Megazyme); стандартный раствор мальтозы (1 мг/см³) — для калибровочного графика.

Оборудование:

- Лабораторная мельница (дробилка с зазором 0,7–1,0 мм)
- Термостат с точностью ±0,1°C (20,0°C)
- Водяная баня или шейкер-инкубатор
- Центрифуга или фильтр (0,45 мкм)
- Колориметр или спектрофотометр (540 нм для DNS)
- рН-метр (калиброванный)
- Колбы, пипетки, пробирки

Подготовка образца

Измельчить 20–30 г солода до состояния, проходящего через сито N20 (0,85 мм). Хранить в герметичном контейнере при комнатной температуре, анализ необходимо провести в течение 24 ч.

Проведение анализа

Приготовление сушла-пробы. Взвесить 5,00 г измельчённого солода. Добавить в колбу с притёртой пробкой 45 см³ буфера рН 4,2 и 5 см³ 1% крахмала. Тщательно перемешать.

Инкубация. Поместить колбу в термостат при 20,0 ± 0,1°C. Инкубировать ровно 60 минут с лёгким перемешиванием каждые 15 мин.

Остановка реакции. Немедленно поместить колбу в кипящую водяную баню на 5 минут для инактивации ферментов. Охладить до комнатной температуры.

Осветление пробы. Центрифугировать при 3000 об/мин в течение 10 мин или профильтровать через бумажный фильтр. Использовать прозрачную надосадочную жидкость для анализа.

Определение восстанавливающих сахаров (метод DNS)

В пробирку внесят 1,0 см³ пробы (сушла) и 1,0 см³ реагента DNS. Нагревают в кипящей водяной бане 5 минут. Охлаждают и добавляют 10 см³ дистиллированной воды. Измеряют оптическую плотность при 540 нм.

Калибровка. Построить калибровочный график по стандартным растворам мальтозы (0,1–1,0 мг/см³). Выразить содержание мальтозы в пробе в мг/см³.

Расчёт диастатической силы (DP) осуществляется по формуле 5.

$$DP(^{\circ}Lintner) = \frac{C \cdot V \cdot D}{M} , \quad (5)$$

где: C — концентрация мальтозы в пробе, мг/см³

V — общий объём реакционной смеси, равен 50 см³

D — поправочный коэффициент равный 10, перевод мг в г

M — масса солода, равна 5 г

Упрощённая формула (6):

$$DP(^{\circ}L) = C \cdot 100 . \quad (6)$$

Пример:

Если в пробе определено 0,72 мг/см³ мальтозы, то:

$$DP = 0,72 \cdot 100 = 72 \text{ } ^\circ\text{Lintner}$$

Допустимые погрешности и контроль качества

- Повторяемость $\pm 5 \text{ } ^\circ\text{L}$ между параллельными пробами
- В качестве контрольного образца необходимо использовать солод с известной диастатической силой (DP)
- pH отклонение более 0,1 ед. даёт искажение результата
- Температура строго 20,0°C, так как, например, при 25°C показатель DP завышается на 15–20%

Характеристика диастатической силы солода по Линтнеру представлена в табл. 40.

Характеристика диастатической силы солода по Линтнеру

Таблица 40

DP (°Lintner)	Характеристика солода	Применение
менее 30	Низкая ферментативная активность	Только в смесях с ферментативным солодом
30–50	Стандартная ферментативная активность	100% засыпь из солода
50–80	Хорошая ферментативная активность	Солод + до 20% несоложёных злаков
80–120	Высокая ферментативная активность	До 40–50% несоложёных злаков
более 120	Очень высокая ферментативная активность	Промышленные сорта пива с рисом/кукурузой

Определение цвета специальных солодов

Методика определения цвета специальных солодов основана на измерении интенсивности окраски водного экстракта солода и выражается в общепринятых единицах — EBC (European Brewery Convention) или SRM (Standard Reference Method). В России и странах СНГ чаще используется шкала EBC, что закреплено в нормативных документах, включая ГОСТ 33814–2020 «Пиво и пивоваренная продукция. Термины и определения» и методические рекомендации по анализу солода.

Область применения

Метод предназначен для определения цветности водного экстракта измельчённого солода, включая:

- светлые,
- карамельные,
- жареные,

- копчёные и другие виды специальных солодов.

Результат выражается в единицах ЕВС.

Сущность метода

Цвет определяется фотометрическим методом по интенсивности поглощения света водным экстрактом солода при длине волны 430 нм (синяя область спектра). Чем темнее солод, тем выше оптическая плотность экстракта и, соответственно, значение цвета.

Средства измерений и оборудование

- Спектрофотометр или фотоколориметр с возможностью измерения при $\lambda = 430$ нм.
- Кюветы кварцевые или стеклянные с длиной оптического пути 10 мм (1 см).
- Водяная баня или термостат (65–70 °С).
- Аналитические весы (точность $\pm 0,001$ г).
- Сито с отверстиями 1,0 мм.
- Мерные колбы на 100 мл и 1000 см³.
- Стеклянные стаканы и воронки.

Подготовка пробы

Измельчить солод до прохода через сито 1,0 мм (получить муку). Хранить пробу в сухом месте, защищённом от света.

Приготовление экстракта солода

1. Навесить 50,0 г измельчённого солода в стеклянный стакан.
2. Добавить 450 см³ дистиллированной воды ($t = 20\text{--}25$ °С).
3. Поместить стакан в водяную баню и медленно нагреть до 70 °С в течение 15 мин при постоянном перемешивании.
4. Выдержать при 70 °С ровно 1 час.
5. Охладить до комнатной температуры.
6. Перенести содержимое в мерную колбу на 1000 см³, тщательно промывая остатки.
7. Довести объём до метки дистиллированной водой и перемешать.
8. Отфильтровать через сухой бумажный фильтр (первые 10–20 см³ фильтрата отбросить).
9. Использовать прозрачный фильтрат для измерения.

Примечание: Для очень тёмных солодов (например, Black Malt, Carafa III) может потребоваться разбавление фильтрата, чтобы оптическая плотность попадала в линейный диапазон прибора (обычно $A < 1,0$).

Проведение измерений

1. Включить спектрофотометр и прогреть его в течение 15–20 мин.
2. Установить длину волны 430 нм.
3. В качестве холостой пробы использовать дистиллированную воду.
4. Налить фильтрат экстракта в кювету (10 мм), протереть внешнюю поверхность.
5. Измерить оптическую плотность (A_{430}).
6. При необходимости — измерить разбавленный раствор и учесть коэффициент разведения.

Расчёт цветности

Цвет в единицах ЕВС рассчитывается по формуле (7):

$$C_{EBC} = A_{430} \cdot D \cdot 10, \quad (7)$$

где C_{EBC} - цвет в единицах ЕВС

A_{430} — оптическая плотность при 430 нм,

D — коэффициент разбавления (если проба не разбавлялась,

10 — коэффициент пересчёта, соответствующий стандартному объёму экстракта (5% массовая доля солода в растворе).

Пересчёт в SRM (Standard Reference Method):

$$SRM \approx 0,43 \cdot EBC$$

В табл. 41 приведены примеры цветности специальных солодов.

Примеры цветности специальных солодов

Таблица 41

Тип солода	Цвет, ЕВС
Светлый солод (Pilsner Malt)	3–5
Венский солод (Vienna Malt)	6–10
Мюнхенский солод (Munich Malt)	15–30
Карамельный солод (Caramel/Crystal 50)	100–130
Шоколадный солод (Chocolate Malt)	800–1200
Жжёный солод (Black Malt / Carafa III)	1200–1600

Требования к точности:

- Относительное расхождение между двумя параллельными определениями должно быть не более 5%.
- Кюветы должны быть чистыми и без царапин.
- Экстракт должен быть прозрачным; мутность искажает результат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смотряева И.В., Баланов П.Е. Проектирование предприятий по производству солода: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2023. - 65 с.
 2. Баланов П.Е., Смотряева И.В. Технология солода: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 82 с.
 3. Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. - 89 с.
 4. Смотряева И.В., Меледина Т.В. Анализ качества готового солода: Учеб.-метод. пособие к лабораторным работам. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013., 38 с.
 5. Киселева, Т. Ф. Технология отрасли. Технологические расчеты по производству солода: учебное пособие / Т. Ф. Киселева. — Кемерово : КемГУ, 2005. — 120 с.
 6. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: Учеб.-справ. пособие. – СПб.: Профессия, 2002. – 248 с.
 7. Нарцисс Л. Технология солодоращения / Л.Нарцисс; перевод с нем. Под общ. Ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.
 8. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
 9. Сертификационная программа пивных судей (ВЈСР). Руководство по типам пива, мёда и сидра, 2004.
 10. Баланов П.Е., Смотряева И.В., Зипаев Д.В. Использование тритикале для производства солода // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета - 2017. - № 4(49). - С. 70-76
 11. Меледина Т. В. Сырьё и вспомогательные материалы в пивоварении // СПб. : Профессия, 2003. — 299 с.
- Нормативные документы
12. ГОСТ Р 72295-2025 Пиво. Общие технические условия
 13. ГОСТ 5060-2021 Ячмень пивоваренный. Технические условия.
 14. ГОСТ 29294-2021 Солод пивоваренный. Технические условия.
 15. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия.
 16. ГОСТ 16990-2017. Рожь. Технические условия
 17. ГОСТ 22983-2016 Просо. Технические условия.
 18. ГОСТ 28673-2019. Овес. Технические условия.
 19. ГОСТ 34023-2016. Тритикале. Технические условия.
 20. ГОСТ 19092-2021. Гречиха. Технические условия.
 21. Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 047/20181 «О безопасности алкогольной продукции».
 22. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Спецификация
Солод пивоваренный ячменный "Венский"
 Органолептические показатели

Таблица 42

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая заплесневелых зерен и зерновых вредителей, или масса размолотого солода, не содержащая плесени и зерновых вредителей
Цвет	От светло-желтого до серовато-желтого. Не допускаются темные и зеленоватые тона
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту
Вкус	Солодовый, сладковатый. Не допускаются посторонние привкусы

Физико-химические показатели

Таблица 43

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель
1	Массовая доля влаги	%	max	5,0
2	Массовая доля экстракта в сухом веществе	%	min	81,5
3	Разница экстрактов	%	max	1,8
4	pH	Units	-	5,7-6,1
5	Цвет	°EBC	-	6,0-10,0
6	Вязкость	mPa.s	max	1,6
7	Число Гартонга 45	-	min	37,0
8	Общий белок	%	-	9,5-11,5
9	Растворимый белок	%	-	3,8-4,6
10	Число Кольбаха	-	-	39-41
11	Свободный аминный азот	мг/л	min	135,0
12	Фриабильность (мучнистость)	%	min	85,0
13	Стекловидность	%	max	2,0
14	Конечная степень сбраживания	%	min	79,0
15	Бета-глюкан	мг/л	max	220,0
16	Диастатическая сила	ед. WK	min	220,0
17	Продолжительность фильтрации тонкого помола	мин	max	40,0
18	Продолжительность фильтрации грубого помола	мин	max	50,0
19	Кислотность	см ³ 0,1н р-ра NaOH	-	0,9-1,1
20	Продолжительность осахаривания	мин	max	15,0
21	Проход через сито 2,2x20 мм	%	max	2,0
22	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,3

Спецификация
Солод пивоваренный ячменный "Мюнхенский"
 Органолептические показатели

Таблица 44

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая заплесневелых зерен и зерновых вредителей, или масса размолотого солода, не содержащая плесени и зерновых вредителей
Цвет	От светло-желтого до буроватого. Допускается серый оттенок. Не допускаются тёмные и зеленоватые тона
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту
Вкус	Солодовый, сладковатый. Не допускаются посторонние привкусы

Физико-химические показатели

Таблица 45

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель	
				Тип 1	Тип 2
1	Массовая доля влаги	%	max	4,5	4,5
2	Массовая доля экстракта в сухом веществе	%	min	80,5	80,5
3	Разница экстрактов	%	max	2,0	2,0
4	pH	Units	-	5,6-6,1	5,6-6,1
5	Цвет	°EBC	-	12-18	19-25
6	Вязкость	мПа·с	max	1,50-1,60	1,50-1,60
7	Число Гартонга 45	-	min	35-43	35-43
8	Общий белок	%	-	9,5-11,5	9,5-11,5
9	Фриабильность (мучнистость)	%	min	80,0	80,0
10	Стекловидность	%	max	2,0	2,0
11	Бета-глюкан	мг/л	max	220	220
12	Продолжительность фильтрации тонкого помола	мин	max	60	60
13	Проход через сито 2,2x20 мм	%	max	3,0	3,0
14	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,3	0,3

Спецификация
Солод пивоваренный пшеничный светлый
 Органолептические показатели

Таблица 46

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей
Цвет	Желтый, допускается красноватый оттенок. Не допускаются тона зеленоватые и темные, обусловленные плесенью
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту
Вкус	Солодовый, сладковатый. Не допускаются посторонние привкусы

Физико-химические показатели

Таблица 47

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель
1	Массовая доля влаги	%	max	5,5
2	Массовая доля экстракта в сухом веществе	%	min	81,0
3	Разница экстрактов	%	max	2,5
4	pH	Units	-	5,7-6,2
5	Цвет	°EBC	max	5,0
6	Цвет после кипячения	°EBC	max	6,5
7	Вязкость	мПа·с	max	2,0
8	Общий белок	%	max	12,2
9	Число Кольбаха	-	-	38-43
10	Свободный аминный азот	мг/л	-	90-150
11	Бета-глюкан	мг/л	max	150,0
12	Диастатическая сила	ед. WK	min	200,0
13	Кислотность	см ³ 0,1н р-ра NaOH	-	0,9-1,3
14	Продолжительность осахаривания	мин	max	20,0
15	Проход через сито 1,7х20 мм	%	max	3,0
16	Зерновая примесь	%	max	2,0
17	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,3

Спецификация
Солод ржаной неферментированный
 Органолептические показатели

Таблица 48

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая заплесневелых зерен, или масса размолотого солода, не содержащая плесени
Цвет	Светло-желтый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный данному типу солода. Не допускается запах гнили и плесени
Вкус	Сладковатый

Физико-химические показатели

Таблица 49

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель
1	Массовая доля влаги	%	max	7,5
2	Массовая доля влаги в размолотом виде	%	max	9,5
3	Массовая доля экстракта в сухом веществе при горячем экстрагировании с вытяжкой из ячменного солода	%	min	80,0
4	Цвет	цв.ед.	max	3,0
5	Кислотность	см ³ 0,1н р-ра NaOH	-	15,0
6	Продолжительность осахаривания	мин	max	25,0
7	Зараженность вредителями	шт	-	не допускается
8	Минеральная примесь	%	-	не допускается
9	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,3

Спецификация
Солод пивоваренный ячменный меланоидиновый
 Органолептические показатели

Таблица 50

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая заплесневелых зерен и зерновых вредителей, или масса размолотого солода, не содержащая плесени и зерновых вредителей
Цвет	Желтый. Допускается серый оттенок. Не допускаются темные и зеленоватые тона
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту
Вкус	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту

Физико-химические показатели

Таблица 51

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель
1	Массовая доля влаги	%	max	5,0
2	Массовая доля экстракта в сухом веществе	%	min	75,0
3	Цвет	°EBC	-	40-90
4	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,3

Спецификация
Солод пивоваренный ячменный жженый
 Органолептические показатели

Таблица 52

Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневелых зерен и зерновых вредителей, или масса размолотого солода, не содержащая плесени и зерновых вредителей
Цвет	Темно-коричневый. Не допускается черный
Запах	Не допускается пригорелый
Вкус	Не допускаются горький и пригорелый, как самого солода, так и холодной и горячей вытяжек

Физико-химические показатели

Таблица 53

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	max/ min	Показатель
1	Массовая доля влаги	%	max	5,0
2	Массовая доля экстракта в сухом веществе	%	min	70,0
3	Цвет	°EBC	-	1000-1500
4	Массовая доля сорной примеси	%	max	0,4

Рецептуры пива с использованием специальных солодов

Пшеничное пиво / Weizen Bier

Типичное фруктовое светлое баварское пшеничное пиво. Сильно газированное пиво обладает характерными нотками гвоздики и банана, а также густой кремовой пеной. Традиционный эль на пшеничной основе возникший в Южной Германии, специально предназначен для потребления летом, но обычно производится круглогодично.

Рецептура

Светлый пшеничный солод (Pale Wheat Malt)	60%
Светлый ячменный солод (Pilsner Malt)	27%
Карамельный (кристаллический) солод (Carahell)	10%
Кислый солод (Acidulated Malt)	3%

Хмель Tettnang, Herbrucker, Saaz (содержание альфа-кислоты от 2 до 5%)
 Дрожжи Safbrew WB-06

Параметры готового пива

Плотность начальная (OG): 1.048–1.056
 Плотность конечная (FG): 1.010–1.014
 Крепость (ABV): 4.8–5.6%
 Цвет (SRM): 3–6 (соломенно-золотой)
 Цвет (EBC): 6–12
 Горечь (IBU): 8–15

Стаут / Stout

Стаут — семейство тёмных верховых (эль) или низовых (лагер) сортов пива с насыщенным вкусом обжаренных зёрен, варьирующееся от лёгкого и сухого до крепкого и сложного. Название происходит от английского «stout» — «крепкий, мощный», изначально обозначавшего крепкие версии портера. Обжаренный несоложёный ячмень (roasted unmalted barley) — даёт характерную «кофейную» горечь и сухость. Без него стаут теряет аутентичность.

Рецептура 1

Светлый ячменный солод (Pilsner Malt)	85%
Шоколадный солод (Chocolate Malt)	13%
Жжёный солод (Black Malt 1000 EBC)	2%

Хмель Saaz (3% альфа-кислот), Nugget (12% альфа-кислот)
 Дрожжи Safbrew S-33

Рецептура 2

Светлый ячменный солод (Pale Ale Malt)	80%
Обжаренный несоложёный ячмень (Roasted Barley)	11%
Шоколадный солод (ChocolateMalt)	4,5%

Карамельный солод 3%
 Солодовый экстракт 1,5%
 Хмель East Kent Goldings (5% альфа-кислот), Magnum (14% альфа-кислот)
 Дрожжи Safale S-04 (английский эль) или Nottingham

Параметры разных сортов стаута представлены в табл.54.

Параметры готового пива стаут

Таблица 54

Параметры	Сухой стаут / Dry Stout (Irish Stout)	Сладкий стаут / Sweet Stout (Milk Stout)	Императорский стаут / Imperial Stout (Russian Imperial)
Плотность начальная (OG)	1,036–1,044	1,044–1,060	1,075–1,115
Плотность конечная (FG)	1,007–1,011	1,012–1,024	1,018–1,030
Крепость (ABV)	4,0–4,5%	4,0–6,0%	8,0–12,0%
Горечь (IBU)	25–45	20–40	50-90
Цвет (SRM)	25–40	30-40	30-40
Цвет (EBC)	50–80	60-80	60-80

Мартовское пиво / Märzen

Мартовское пиво — русское название немецкого стиля Märzen (от нем. März — март). Это традиционный янтарно-медный лагер с насыщенным солодовым вкусом, исторически варившийся в конце зимы и предназначенный для осеннего празднования — прежде всего Октоберфеста.

Рецептура

Светлый ячменный солод (Pilsner Malt) 60%
 Мюнхенский солод тип I (15–20 EBC) 30%
 Мюнхенский солод тип II (25–30 EBC) 6%
 Карамельный солод (CaraMunich I или Melanoidin) 4%

Хмель Hallerthau или Tettnanger (3,5-5,5% альфа-кислот)
 Дрожжи Saflager W-34/70 (универсальный немецкий лагер)

Параметры готового пива Märzen

Плотность начальная (OG): 1.054–1.060
 Плотность конечная (FG): 1.012–1.016
 Крепость (ABV): 5.8–6.3%
 Цвет (SRM): 8–17 (янтарно-медный)
 Цвет (EBC): 16–34
 Горечь (IBU): 18–24

Сокращения:

IBU (International Bittering Units) – горечь (в международных единицах горечи)

SRM (Standard Reference Method) – цветность

OG (Original Gravity) – первоначальная плотность

FG (Final Gravity) – конечная плотность

ABV (Alcohol By Volume) – объемная доля спирта

Колесо ароматов и вкусов специальных солодов

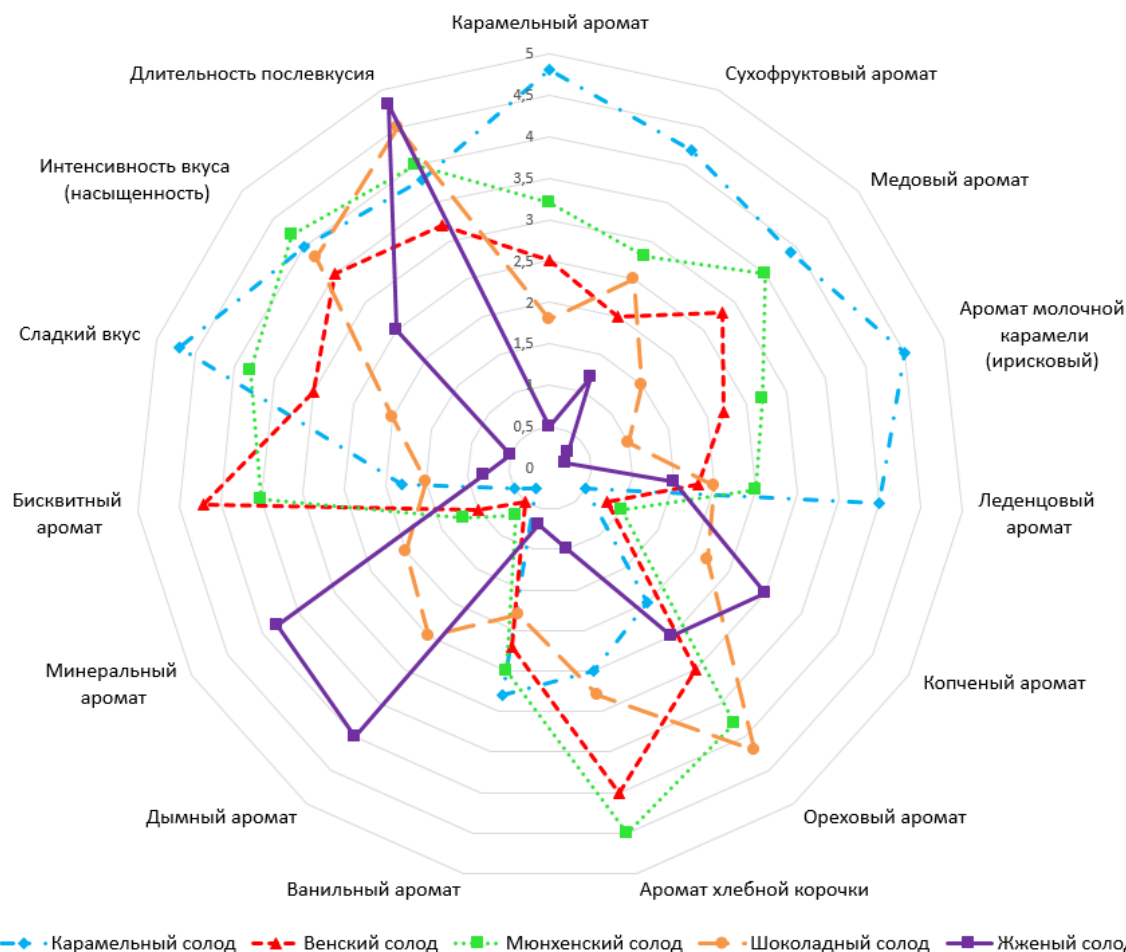


Рис. 3 Профилограмма органолептических свойств специальных солодов

На рис. 3 представлена профилограмма аромата и вкуса для специальных солодов.

Карамельный солод — доминируют сладкие карамельные ноты, сухофрукты, молочная карамель; практически не имеет дымных/минеральных оттенков.

Венский солод — мягкий, бисквитный профиль с умеренной карамелизацией; сбалансированный, без резких нот.

Мюнхенский солод — насыщенный, богатый хлебно-ореховый аромат с выраженными медовыми и карамельными оттенками; придаёт пиву плотное тело.

Шоколадный солод — глубокие ореховые, кофейные тона с легкой дымностью и копченостью; сладость умеренная, послевкусие длительное.

Жженный солод — ярко выраженная дымность, минеральность, обжаренные ноты; практически не сладкий, с интенсивным сухим послевкусием.

Смотраева Ирина Владимировна
Баланов Петр Евгеньевич

Технология специальных солодов

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, литер А