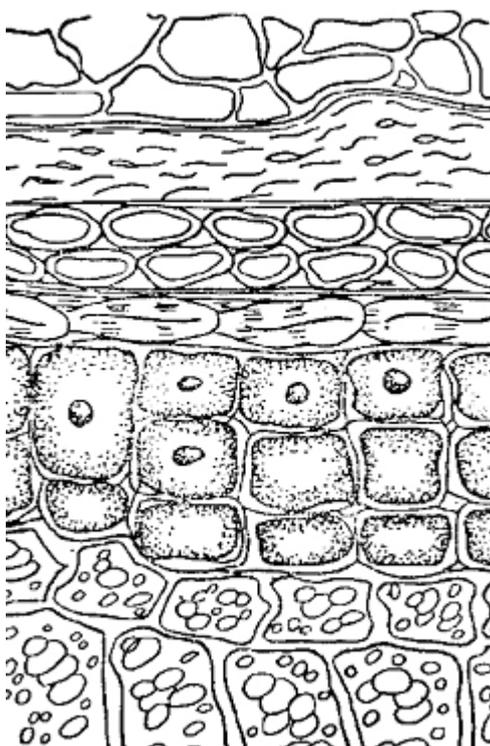


Т.В. Меледина
И.В. Митюков
А.В. Федоров

НЕСОЛОЖЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ПИВОВАРЕНИИ



Санкт-Петербург
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Т.В. Меледина

И.В. Митюков

А.В. Федоров

**НЕСОЛОЖЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ
В ПИВОВАРЕНИИ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2017

Т.В. Меледина, И.В.Матвеев, А.В.Федоров. Несоложенные материалы в пивоварении: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. – 66 с.

Рассмотрены анатомия, морфология злаков, их химический состав и технологические аспекты применения в бродильных производствах. Приведены данные по составу сиропов, применяемых для корректировки цвета и сенсорного профиля напитков.

Учебное пособие предназначено для магистратуры по направлению подготовки 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии от 9 марта 2017 г., протокол № 6.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2017

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Строение и состав злаков	5
1.1. Анатомическое строение зерновки	6
1.2. Химический состав зерна	8
2. ЯЧМЕНЬ.....	16
2.1. Химический состав ячменя	17
2.1.1. Углеводы	17
2.1.2. Азотсодержащие соединения.....	19
2.1.3. Жиры.....	20
2.1.4. Фенольные соединения.....	21
2.1.5. Минеральные вещества	21
2.2. Технологические аспекты применения ячменя.	21
3. РИС	22
3.1. Химический состав риса.....	22
3.1.1. Углеводы	22
3.1.2. Азотсодержащие компоненты	23
3.1.3. Жиры, фенольные соединения,.....	24
минеральные вещества и витамины	24
3.2. Технологические аспекты применения риса	24
4. КУКУРУЗА	26
4.1. Химический состав кукурузы	27
4.1.1 Углеводы зерна.....	28
4.1.2 Азотсодержащие компоненты	29
4.1.3 Жиры.....	30
4.1.4. Минеральный состав.....	31
4.2. Технологические аспекты применения кукурузы	32
5. ОВЕС	33
5.1. Химический состав зерна	33
5.1.1. Углеводы	34
5.1.2. Азотсодержащие компоненты	35
5.1.3. Жиры.....	36
5.1.4. Фенольные соединения.....	37
5.1.5. Минеральные компоненты и витамины.....	37
5.2. Технологические аспекты применение овса	37
6. ПШЕНИЦА, РОЖЬ, ТРИТИКАЛЕ	39
6.1. Пшеница	39
6.2. Рожь	42
6.3. Тритикале	44
7. МЕЛКОЗЕРНЫЕ КУЛЬТУРЫ.....	45
7.1 Сорго.....	45
7.1.1. Анатомическое строение сорго	45
7.1.2. Химический состав сорго	46
7.1.3. Технологические аспекты применения сорго	47

7.2. Просо	47
7.2.1. Анатомическое строение зерна проса	48
7.2.2. Химический состав зерна	48
7.2.3. Технологические аспекты применения проса	49
8. ПСЕВДОЗЛАКИ. ГРЕЧИХА	49
8.1. Химический состав	49
8.1.1. Крахмал	49
8.1.2. Белки	50
8.1.3. Жиры и другие соединения	51
8.2. Технологические аспекты применения гречихи	51
9. ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА	51
9.1. Сиропы	51
9.1.1. Диастатические и недиастатические сиropy	51
9.1.2. Сиропы для корректировки цвета и запаха	52
9.1.3. Охмеленные солодовые экстракты	53
9.1.4. Глюкозо-мальтозные сиropy	53
9.2. Порошки из солода	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	56
Приложение 2	62

ВВЕДЕНИЕ

Несоложеное сырье – это крахмалосодержащие или сахаросодержащие материалы, которые практически не имеют ферментативной активности. К такому виду сырья относятся зерновые культуры: ячмень, рис, кукуруза, пшеница, сорго, овес, рожь, тритикале, просо, гречиха, незерновые материалы твердой консистенции: сахар-песок, овощи, например, тыква, и фрукты и жидкой консистенции: сахарные сиропы, глюкозо-мальтозные сиропы, сиропы из зерновых культур, экстракты солода.

В зависимости от состава сырье может использоваться либо на этапе затирания зернопродуктов, либо непосредственно вноситься в сусловарочный котел.

Применение несоложеного сырья в пивоварении способствует:

- снижению себестоимости, например, при использовании ячменя;
- увеличению экстрактивности сусла при использовании риса, кукурузы, сорго, пшеницы и сиропов;
- увеличению производительности варочного цеха при использовании сиропов, крахмала и зерновых культур с большей экстрактивностью;
- созданию новых сортов пива;
- повышению коллоидной и вкусовой стойкости пива.

Согласно Федеральному закону № 171-ФЗ от 22.11.1995 (ред. от 03.07.2016) «Допускается частичная замена пивоваренного солода зерном и (или) продуктами его переработки (зернопродуктами), и (или) сахаросодержащими продуктами при условии, что их совокупная масса не превышает 20% массы заменяемого солода, а масса сахаросодержащих продуктов не превышает 2% массы заменяемого пивоваренного солода». К несоложенным материалам в соответствии ГОСТ Р 51174-2009 «Пиво. Общие технические условия» относятся ячмень, пшеница, крупа пшеничная и кукурузная, рисовая сечка и другое зерновое сырье, а также сахар-сырец, сахар жидкий и другие сахаросодержащие продукты, обеспечивающие качество и безопасность пива.

Следует отметить, что замена более 20% солода несоложенными материалами законодательно разрешена в таких странах, как Бельгия, США, Аргентина, Бразилия; отсутствуют ограничения в Китае, Канаде и Великобритании. И только в Германии в связи с принятым в 1516 г «законом о чистоте пива» не допускается использовать несоложенные материалы.

1. Строение и состав злаков

Злаки – однолетние, реже многолетние растения, представляет собой род семейства злаковых (*Graminea*).

1.1. Анатомическое строение зерновки

С точки зрения применения злаков в пивоварении и производстве зерновых продуктов следует обратить внимание на следующие структуры зерна: оболочки, алейроновый слой, эндосперм и зародыш. Различают пленчатые и голозерные культуры.

Оболочки

В пленчатых злаках имеется наружная оболочка, которая называется цветковой, или мякинной. Например, цветковая оболочка ячменя составляет 8-13% массы зерна и состоит из целлюлозы, а также небольшого количества липидов, фенольных соединений, белков и силикатов.

Оболочки голозерных злаков (пшеница, рожь, голозерный овес, просо, сорго, гречиха) состоят из плодовой (наружной) и семенной (прилегающей к алейроновому слою) оболочек – рисунок 1.1. Плодовая оболочка представляет собой тонкий слой мертвых клеток, в которых в период вегетации находился хлорофилл.

Семенная оболочка – полупроницаемая, она пропускает только воду. В состав клеток семенной оболочки входят целлюлоза (клетчатка), фенольные соединения, в частности процианидин, являющийся причиной коллоидных помутнений пива.

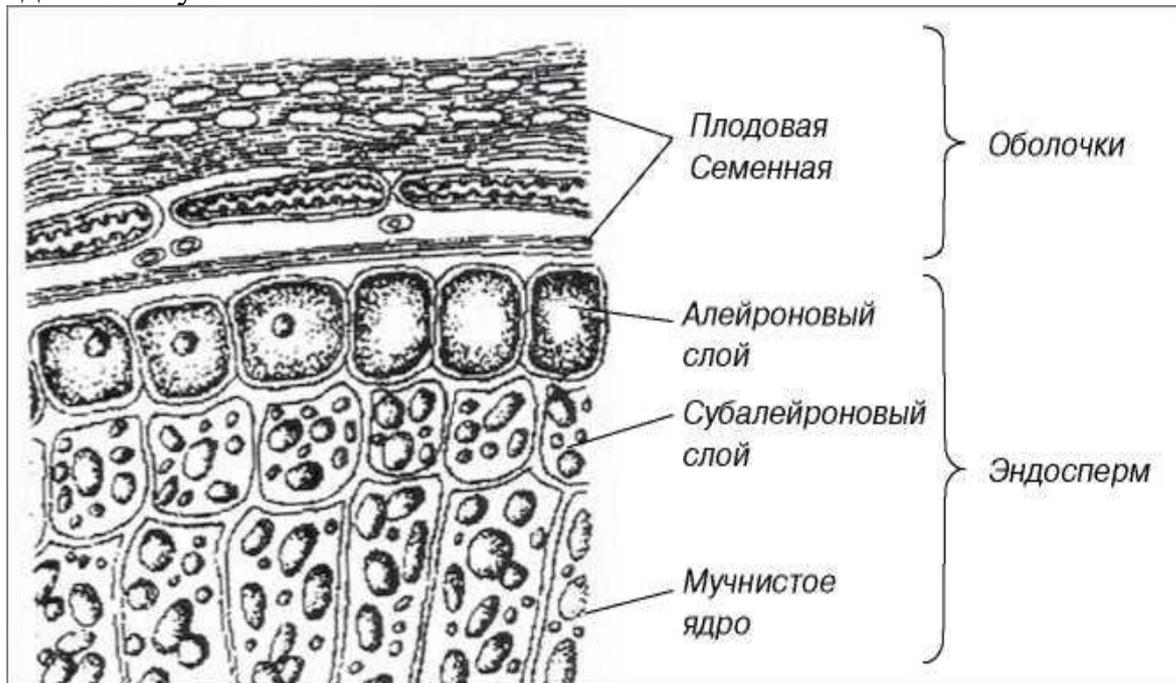


Рис 1.1. Морфология зерна

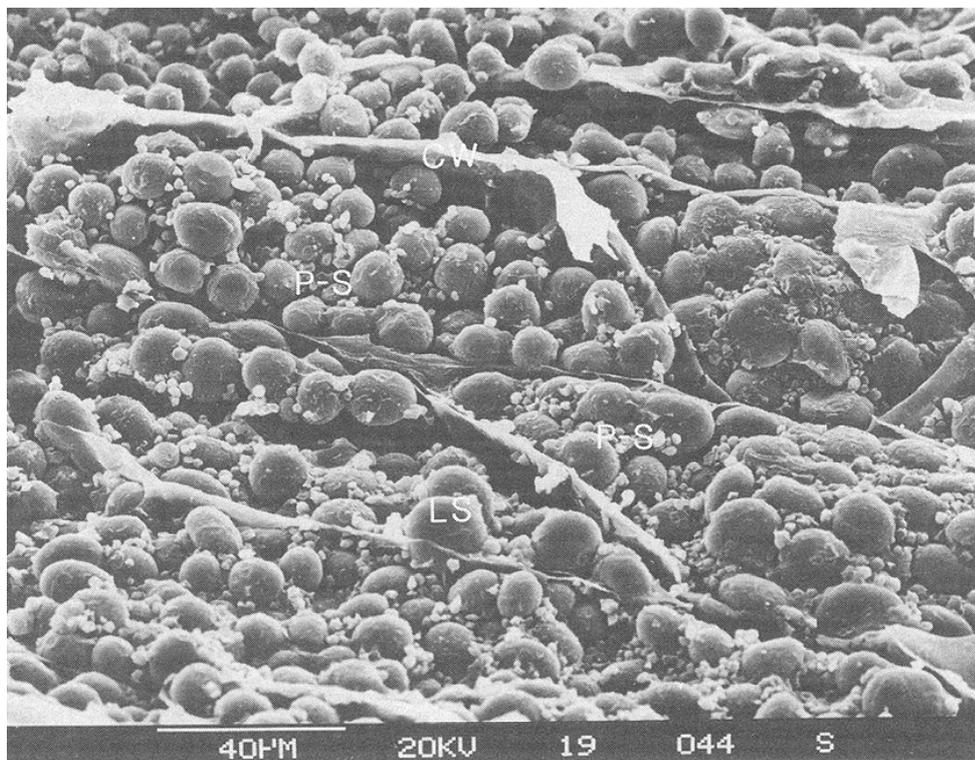
Алейроновый слой

Показанный на рисунке 1.1. алейроновый слой (АС), состоящий из толстостенных клеток, включает, как правило, несколько слоев. Количество слоев в АС зависит от природы злака. Например у ячменя АС состоит из 3 слоев, у ржи – из 1 слоя.

АС богат биологически активными веществами. В состав клеток АС входят главным образом белки, липиды, соли фитиновой кислоты, фенольные соединения, в частности феруловая кислота, и минеральные вещества. В алейроновом слое находятся ферменты, некоторые из них – в активной форме. В частности в алейроновом слое содержатся дыхательные ферменты, находящиеся в митохондриях. Клетки всасывающего эпителия также содержат митохондрии.

Эндосперм

Эндосперм составляет большую часть зерновки. Он состоит из субалейронового слоя, за которым располагаются крупные тонкостенные клетки разнообразной формы, занимающие всю внутреннюю часть эндосперма, как показано на рисунке рис.1.1. В этих клетках находятся мелкие и крупные гранулы крахмала. На рисунке 1.2. показано, что между крахмальными зёрнами располагается белок.



CW – клеточная стенка, LS – крупные крахмальные зёрна;
P-S – мелкие крахмальные зёрна.

Рисунок 1.2 – Клеточные стенки эндосперма зерна ячменя

Клеточные стенки состоят из β -глюканов и пентозанов (арабиноксилана). Они связаны между собой посредством эфирных связей феруловой кислоты и белка.

Зародыш

Зародыш имеет в зависимости от культуры разные размеры. Так для ячменя его масса составляет около 3% , у кукурузы 10-14% от СВ зерна. В

состав зародыша входят жиры, моно и олиго-сахариды, белки, витамины и микроэлементы. Кроме того в состав зародыша входят ферменты в активной форме.

1.2. Химический состав зерна

При оценке пригодности зернового материала в качестве несоложенного сырья следует знать химический состав отдельных структур зерна, в частности содержание в них крахмала, некрахмалистых полисахаридов, белка, некоторых аминокислот (пролина, метионина, цистеина), фенольных соединений, витаминов (В₁, В₃, В₇, Е) и минеральных компонентов. Особенно следует обратить внимание на количество в зерновом материале ионов К, Р, Mg, Zn, Fe, Ca, Si.

В таблице 1.1. приведены компоненты зерна, имеющие наибольшее значение в технологии зерновых напитков, формировании их сенсорного профиля и стабильности свойств при хранении.

Таблица 1.1

Химический состав структур зерна

Морфологическая структура	Соединения
Мякинная оболочка	Целлюлоза, фенольные соединения (лигнин)
Плодовая и семенная оболочки	Целлюлоза, фенольные соединения, в частности, проантоцианидины, танины
Алейроновый слой	Гемицеллюлоза (глюканы, пентозаны), жиры, моно- и олигосахариды, белки, витамины и микроэлементы, белок, в том числе и белок ферментов, жиры, моно- и олигосахариды, белки, витамины и микроэлементы, фенольные соединения, в частности, антоцианогены (антоцианидины)
Эндосперм	Крахмал, гемицеллюлоза (глюканы и пентозаны) жиры, моно- и олигосахариды, белки, витамины и микроэлементы, феруловая кислота
Зародыш	Жиры, моно- и олигосахариды, белки, витамины и микроэлементы. Ферменты.

Крахмал

Крахмал – основной запасной полисахарид, который состоит из двух фракций: амилозы и амилопектина.

Амилоза состоит из 60-2000 гликозидных остатков, связанных в линейную последовательность α -1,4-гликозидными связями. Макромолекула амилозы имеет α -спиральную структуру, в которой на каждый виток спирали приходится 6 моносахаридных звеньев. Количество гликозидных остатков в амилопектине составляет от 6000 до 40000. α -D-Гликопиранозные остатки связаны α -1,4, а в точках разветвления – α -1,6-гликозидными связями. Некрахмалистые полисахариды представляют

собой целлюлозу, гемицеллюлозу, гумми-вещества. Эти вещества относятся к пищевым волокнам.

Целлюлоза (клетчатка) – линейный гомополисахарид, состоящий из α ,D-глюкопиранозы, молекулы которой соединены α -1,4-гликозидными связями. Структурным повторяющимся фрагментом в целлюлозе является дисахарид целлобиоза.

Гемицеллюлоза (ГЦ) входит в состав клеточных стенок алейронового слоя и эндосперма. В клетках алейронового слоя преобладают пентозаны, в то время как в клетках эндосперма больше содержится глюканов, чем пентозанов. Соотношение между глюканами и пентозанами в клеточных стенках определяется природой злаков и климатическими условиями их возделывания.

β -Глюкан является полимером глюкозы, в котором 74% связей представлены связями β -1,4, в результате при гидролизе образуется целлобиоза, а 26% связей это β -1,3 (при гидролизе образуется ламинарибиоза).

Пентозаны представлены полисахаридами, состоящими из остатков ксилозы, соединенных β -1,4-связями. Кроме того, в них могут быть боковые цепочки, состоящие из ксилозы, арабинозы и уроновых кислот. Полимеры из ксилозы и арабинозы называются арабиноксиланами. Арабиноксиланы образуют эфирные связи с феруловой кислотой и белками.

Гумми-вещества имеют меньшую, чем ГЦ массу и растворяются в горячей воде. Гемицеллюлозы растворяются в разбавленных щелочах. Гумми-вещества также входят в состав клеток эндосперма. Они имеют меньшую по сравнению с гемицеллюлозой молекулярную массу.

При разработке технологий зерновых продуктов с диетическими свойствами следует обратить внимание на некрахмалистые углеводы и в первую очередь на β -глюкан. Продукты, содержащие глюканы, способствуют снижению холестерина в крови, предотвращают заболевание диабетом 2 типа. Кроме того они являются энтеросорбентами. Также к пищевым волокнам относятся, входящие в структуру клеточных стенок лигнин, танины.

Пептиды и белки

Белковые вещества откладываются практически во всех анатомических частях злаков. Белок вместе с гемицеллюлозой и гумми веществами входит в состав клеточных мембран.

Пептиды и белки состоят из аминокислот, которые соединяются между собой пептидной связью. По аналогии с сахарами соединение двух кислот дает дипептид. Пептид, содержащий до 10 аминокислот, является олигопептидом. Соединения, состоящие из более чем 10 аминокислот – представляют собой полипептид.

Белки делятся на простые – протеины и сложные – протеиды. Простые белки представлены следующими фракциями:

- альбумины – растворимые в воде;
- глобулины – растворимые в солевых растворах;
- проламины – растворимые в этиловом спирте;
- глутелины – растворимые в щелочи.

Проламинавая и глутелиновая фракции представляют запасные вещества в зерне. Они составляют клейковину (глютен) пшеница.

Проламин (глиадин) пшеницы может составлять более 80% от запасных белков в расчете на сухие вещества; проламин ячменя (гордеин) – более 37%. Практически не содержит токсичных для больных целиакией, подобных глютену пшеницы, белков такие культуры как рис, сорго, гречиха, просо, амарант и кукуруза.

Запасные углеводы риса состоят в основном из глутелинов (оризенины), доля их превышает 70% от общего содержания белка.

Каждый белок имеет свою последовательность аминокислот (АК) и четко определенную трехмерную структуру.

В состав белков злаков входят 20 различных аминокислот. Аминокислоты, имеющие важное значение в биохимии солода и пива, делятся на алифатические (глицин, аланин, валин, лейцин и изолейцин), серосодержащие (метионин и цистеин), ароматические, имеющие фенольное кольцо (фенилаланин, тирозин, триптофан), циклические (пролин), нейтральные (серин, треонин, аспарагин и глутамин), кислые (глутаминовая и аспарагиновая кислоты) и основные (гистидин, аргинин и лизин).

Ферменты злаков

Белки входят в состав ферментов. По химической природе ферменты представляют собой простые или сложные белки. В таблице 1.2. показано - в зерне некоторые ферменты находятся в активной форме.

С точки зрения технологии солодоращения и производства напитков представляют интерес ферменты, относящиеся к классам гидролаз (3 класс) и оксидоредуктаз (1 класс). Гидролазы расщепляют гликозидные (карбоксигидролазы), эфирные (эстеразы) и пептидные связи (пептидазы) путем присоединения радикалов воды.

Таблица 1.2.

Локализация, активность и механизм действия ферментов ячменя

Фермент	Активность в зерне ячменя	Механизм действия
Гидролазы		
Солюбилаза	В активной форме	Высвобождение β -глюкана из клеточных стенок
Эндо-1,4 β -глюканаза	Низкая, либо отсутствует	Гидролиз β 1,4 связей в β -глюканах и целлюлозе с образованием глюканодекстринов и олигосахаридов
Эндо-1,3 β -глюканаза	Низкая, либо отсутствует	Гидролиз β 1,3 связей с образованием глюканодекстринов и олигосахаридов
Экзо-1,3 β -глюканаза	В активной форме	Гидролиз β 1,3 связей с образованием глюканодекстринов и дисахаридов
Эндопептидазы	Низкая, либо отсутствует	Высокомолекулярные протеины гидролизуют до полипептидов. При длительном воздействии – до пептидов и аминокислот
Экзопептидазы - аминопептидазы, корбоксипептидазы	В активной форме	Высокомолекулярный протеины, полипептиды и пептиды гидролизуют до пептидов с меньшей м.м. аминокислот
Дипептидазы	В активной форме	Дипептиды гидролизует до аминокислот
(β)-Амилаза	В активной форме	Гидролиз амилопектина до мальтозы, мальтотриозы и декстринов. Гидролиз амилозы до мальтозы и декстринов
(α)-Амилаза	В неактивной форме	Гидролиз амилозы до олигосахаридов. Гидролиз амилопектина до декстринов
Липаза	В активной форме	Гидролиз жиров с образованием глицерина и жирных кислот
Кислая фосфатаза	В активной форме	Гидролизует фитин с образованием неорганического фосфата
Оксидоредуктазы		
Пероксидаза	В активной форме	Расщепляет перекись водорода или органические перекиси в присутствии доноров водорода (фенолов, ароматических аминов и ароматических кислот)
Липоксигеназа (LOX1)	1 В активной форме	Окисляет линолевую и линоленовую кислоты с образованием гидропероксидов
Полифенолоксидаза	В активной форме	Окисление антоцианогенов с образованием продуктов конденсации димерных фенолов

Оксидоредуктазы катализируют отделение или присоединение водорода. К ним относятся каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза, липоксигеназа. Все эти ферменты находятся либо в зародыше, либо в алейроновом слое, либо и в зародыше и алейроновом слое одновременно, например, β -амилаза и пептидаза.

Фенольные соединения

В состав зерна входят мономерные, олигомерные и полимерные фенольные соединения.

К мономерным фенольным соединениям относятся соединения рядов С6–С1 (оксibenзойные кислоты) и С6–С3 (оксикоричные кислоты) и кумарины, а также. С6–С3–С6 (флавоноиды).

Например, в ячмене содержатся такие фенольные кислоты как виниловая, феруловая, сиреневая, пароксibenзойная и кумариновая. В виде гликозидов и эфиров – хлорогеновая, изоферуловая, кофейная и другие.

С точки зрения пивоварения следует выделить:

– кумарины – производные коричной (кумариновой) кислоты. Они придают пиву запах свежескошенного сена. При декарбонизации кумарина в результате жизнедеятельности некоторых штаммов пивных дрожжей образуется 4-этилгваякол, который придает пиву фенольный запах.

– феруловую кислоту, при декарбонизации которой образуется 4-винилгваякол. Это соединение придает пиву фенольный запах и привкус. Феруловая кислота связана эфирной связью с одной стороны с арабинозой, входящей в состав клеточных стенок эндосперма, с другой стороны – со структурным белком, находящемся между клетками эндосперма.

– катехины, при окислении которых возрастает цветность сусла и пива.

– лейкоантоцианидины, обнаруженные в ячмене, окисляются значительно легче катехинов, они растворяются в воде и легко конденсируются с катехинами с образованием димеров-проантоцианидинов.

Полимерные фенольные вещества представлены в зерне дубильными веществами и лигнином.

Олигомерные и полимерными фенольные соединения относятся к полифенолам или дубильным веществам. Они получают путем конденсации, полимеризации и окисления мономерных фенолов. Эти соединения характеризуются дубильными свойствами, то есть оказывают дегидратирующее (водоотнимающее) влияние на протеины, в результате чего образуются комплексы белок-полифенолы или, как принято их называть, белково-дубильные комплексы.

Таннины (танины) – полимеры, образующиеся в результате конденсации 2-х и более мономеров (в основном катехинов и лейкоантоцианидинов). Эти вещества имеют вяжущий вкус. При кипячении сусла с хмелем таннины участвуют в образовании горячих взвесей при кипячении сусла (экстракта). Высококонденсированные таннины очень нестойкие соединения и постепенно выпадают в осадок при

дображивании пива, увлекая за собой белки и полисахариды, которые входят в состав комплексов таннин-белок, таннин-полисахарид.

Дубильные вещества делятся на гидролизуемые и негидролизуемые (конденсированные). Конденсированные дубильные вещества являются производными катехинов и лейкоантоцианидинов. Они сконцентрированы в семенной оболочке, на внешней стороне алейронового слоя.

Лигнины представляют собой трехмерный полимер фенольной природы. Тестин – горькое вещество, состоящее из белков и дубильных веществ. Уже при концентрации в пиве 0,1% оно может отрицательно повлиять на вкус и цветность напитков. Тестин, как и другие фенольные соединения, растворяется в слабых растворах щелочей и может частично удаляться из оболочек во время замачивания злаков.

Липиды

Липиды имеют большое значение в пивоварении в виду своего влияния на метаболизм (обмен веществ) дрожжей, пеностойкость и вкусовую стабильность пива.

Липиды в зерне условно делят на свободные, связанные и прочносвязанные. Связанные от свободных отличаются более прочными связями в гликопротеидолипидных комплексах, у прочносвязанных липидов имеется еще более прочная связь между белками и липидами и липидами и углеводами. В связи с этим отличается их роль в процессе жизнедеятельности зерна: свободные липиды – это в основном запасные вещества, связанные – структурные.

По содержанию свободных липидов, которые составляют основную часть всех липидов зерна, злаки можно разделить на две группы:

1. Овес, сорго, кукуруза, просо. Содержание в зерне свободных липидов 4,1-5,7 % (кукуруза содержит в среднем 4,8 % в пересчете на СВ), причем в основном они представлены триацилглицеринами .

2. Пшеница, рожь, ячмень, рис, гречиха. Содержание свободных липидов 1,68-2,56, при общем содержании жира 2-3 % от массы зерна.

Высокомолекулярные ненасыщенные жирные кислоты, такие как линолевая, пальмитиновая, олеиновая и линоленовая, отрицательно влияют на пенообразование. Кроме того, они являются причиной «старения пива», изменяя его химический состав во время длительного хранения. С другой стороны, именно эти кислоты необходимы дрожжам для построения клеточных мембран, то есть для роста и размножения клеток, особенно при недостатке кислорода в начале процесса брожения пива.

Минеральные вещества

Минеральные вещества необходимы, как для размножения дрожжей, так и для процесса брожения. Они являются коферментами, определяющими активность многих ферментов дрожжей, необходимых как для размножения клеток, так и для осуществления брожения.

К макроэлементам относят фосфор, калий, магний, натрий и сера.

Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ, фосфолипидов, полимеров клеточной стенки, в мембраны органоидов клеток. Он способствует поддержанию буферности, препятствующей сдвигу рН в цитоплазме клеток.

Калий активирует около 40 различных ферментов, в том числе, оксидазы и дегидрогеназы. Ионы калия выполняют роль не только коферментов, но также входят в состав некоторых структур клетки, в частности, рибосом. Также калий участвует в регуляции транспорта ионов через клеточную стенку и через митохондриальную мембрану. В связи с этим с увеличением скорости роста дрожжей потребность в калии увеличивается.

Магний необходим как для энергетического, так и конструктивного обмена дрожжей, так как он является кофактором многих ферментов.

Сера необходима главным образом для синтеза серосодержащих аминокислот цистеина и метионина. Кроме того, небольшое количество серы требуется для образования сульфогрупп в некоторых коферментах, таких как биотин, кофермент А, липоевая кислота, тиамин и пиридоксин.

Микроэлементы участвуют в метаболизме дрожжей и влияют на их химический состав, рост и размножение.

К микроэлементам, которые в первую очередь необходимы для роста дрожжей, относятся: Zn, Cu, Ca, Mn, Fe, Co.

Цинк входит в состав около 70 ферментов дрожжей. Он является кофактором ферментов клеточной стенки, стимулирует дыхательный метаболизм дрожжей, биосинтез белка, обмен нуклеиновых кислот, углеводов вследствие этого он влияет на рост и размножение клеток.

Медь является коферментом оксидаз и влияет на дыхательный метаболизм дрожжей. Коферментами пептидаз могут являться ионы меди или ионы цинка.

Марганец активизирует целый ряд ферментов: декарбоксилазы, дегидрогеназы, оксидазы, пероксидазы, пептидазы, киназу. Вместе с железом, цинком и молибденом ионы марганца могут нивелировать вредное действие меди. Этот микроэлемент стимулирует процесс брожения, даже в том случае, когда в сусле содержится недостаточное количество ионов цинка.

Витамины

Витамины находятся в зародыше и алейроновой слое. Витамины входят в состав коферментов, как правило, это простетические группы ферментов, то есть коферменты, прочно связанные с ферментом. Из витаминов группы В состав зерна входят, тиамин, рибофлавин, никотиновая кислота, пиридоксин, биотин, пантотеновая и фолиевая кислоты.

Бетаин

Бетаин оказывает положительное влияние на генетическое здоровье человека. Он находится в различных видах зернового сырья. Ранее независимыми исследователями на микроорганизмах было показано наличие у бетаина антимуtagenных свойств.

Установлено, что больше всего бетаина содержится в пшенице 5,0 г/кг, далее идет ячмень 1,5 г/кг и овес 0,6 г/кг. Такие несоложенные культуры как рис и кукурузная мука практически не содержат бетаин.

Химический состав злаков влияет на эффективность их переработки, вкус, запах, цвет, пенообразование и пеностойкость, коллоидную и вкусовую стабильность напитков, произведенных из злаков. В таблице 1.3 приведены данные о роли отдельных компонентов зерна на показатели качества пива.

Таблица 1.3.

Влияние компонентов зернового сырья на процесс получения зерновых напитков и их качество

Компонент зерна	Влияние
Крахмал	Определяет экстрактивность сула; α-глюканы повышают пеностойкость
Некрахмалистые полисахариды	Снижают экстрактивность сула, снижают коллоидную стойкость пива; гумми вещества повышают пенообразование и пеностойкость; увеличивают потери сула и пива при фильтрации
Белки	Снижают коллоидную стойкость (мутеобразующие белки м.м. более 60 кДа); определяют пенообразование (пенообразующие белки м.м. 10 и 40 кДа); альбуминовая фракция белков важна для пенообразования
Аминокислоты	Интенсифицируют рост и размножение дрожжей; снижают коллоидную стойкость (пролин, метионин, цистеин); определяют содержание высших спиртов в напитках; влияют на сенсорный профиль пива и вкусовую стабильность
Полифенолы	Снижают коллоидную стабильность пива; повышают пеностойкость; отрицательно влияют на вкус (грубая фенольная горечь); увеличивают цветность пива
Жирные кислоты	Непредельные жирные кислоты стимулируют рост и размножение клеток; снижают пенообразование; снижают вкусовую стабильность пива.
Зола в т.ч. P, K, Mg, Zn, Mn, Fe	Влияют на рост и размножение дрожжей; определяют бродильную активность дрожжей. Являются кофакторами ферментов и стимулируют рост дрожжей и процесс брожения. Снижают коллоидную стойкость пива (метало-белковые помутнения)
Ca ⁺²	Способствует флокуляции дрожжей. Снижает коллоидную стойкость пива (оксалаты кальция)
SiO ₂	Снижает коллоидную стойкость пива
Витамины группы В:	Являются факторами роста; активаторами брожения; коферментами многих ферментов
Токоферол (Е)	Антиоксидант (важен при хранении круп из злаков)

2. ЯЧМЕНЬ

Ячмень (*Hordeum*) относится к семейству злаковых. По анатомическим признакам ячмень делится на двурядный (*H. distichon*) и многорядный, в частности шестирядный (*H. vulgare*).

По агротехническим признакам ячмени делят на озимые, высеваемые в сентябре, и яровые, высеваемые в марте – апреле.

Селекция новых сортов пивоваренных ячменей идет в направлении увеличения урожайности культуры, повышения крупности, выравнивания зерна, экстрактивности, снижения содержания белка. Одной из основных задач является повышение иммунитета к заболеваниям, вызываемых грибами, вирусами и бактериями.

Селекционные сорта должны обладать оптимальной продолжительностью вегетационного периода с учетом почвенно-климатических факторов и быть устойчивыми к засухам и полеганию.

Основным методом селекции является гибридизация в сочетании с направленным отбором и оценкой культуры по потомству.

Также в растениеводстве используют современные методы генной инженерии, с помощью которых получены сорта ячменей, устойчивых к заболеваниям.

Известны следующие сорта ячменя:

- яровой – Невада, Скарлетт, Призма, Урса, Бамбина, Шамоникс;
- двурядный озимый – Кларина, Ангора;
- шестирядный озимый – Эстерель, Плезант, Маева и др.

Кроме того, различают сорта ячменя, содержащие фермент липоксигеназу, и сорта с низкой активностью липоксигеназы (*null-Lox* сорта). В настоящее время известно небольшое количество *null-Lox* сортов ячменя. Среди них в РФ культивируют Шармей.

Сорта ячменя с низкой липоксигеназной активностью получены методом селекции ячменя, включающим в себя химический мутагенез с последующими скрещиваниями и отбором перспективных линий. Необходимость селекции *null-Lox* сортов ячменя связана с необходимостью повышения вкусовой стабильности пива при длительном его хранении, так как в результате действия липоксигеназы ненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в зерне, окисляются с образованием альдегида транс-2-ноненаля, который придает зерновым напиткам неприятный запах картона. Порог ощущения транс -2-ноненаля очень низкий – 0,05 мкг/л.

В настоящее время известны сорта ячменя, не содержащие проантоцианидины (антоцианогены), которые отрицательно влияют на коллоидную стабильность напитков. Среди таких сортов известны американский сорт Галант (*Galant*) и датский сорт Каминант (*Caminant*).

2.1. Химический состав ячменя

Химический состав ячменя зависит от сорта, агротехнических и метеорологических условий культивирования - таблица 2.1.

Таблица 2.1

Физико-химические показатели сортов ячменя по регионам

Показатели	Области		
	Курская	Воронежская	Тамбовская
Сорт ячменя Бамбина			
Влажность, %	9,6	8,9	8,2
Общий белок, % СВ	14,5	13,2	12,2
Экстрактивность, % СВ	74,8	71,7	74
Масса 1000 зерен, г	47,6	44	39,2
Сорт ячменя Шармей (<i>null-Lox</i>)			
Влажность, %	9,4	8,7	8,1
Общий белок, % СВ	14,9	13,5	12
Экстрактивность, % СВ	73,7	69,9	72
Масса 1000 зерен, г	49	42	45
Сорт ячменя Шамоникс			
Влажность, %	9,1	8,6	7,9
Общий белок, % СВ	16,2	15,2	12,2
Экстрактивность, % СВ	72,3	69	71,1
Масса 1000 зерен, г	40,6	37,5	39

Химический состав ячменя в основном состоит из органических веществ, содержание которых достигает 85% массы зерна - таблица 2.2.

Таблица 2.2

Химический состав ячменя

Компоненты	г/100 г СВ	
	max	min
Вода	–	8,0
Крахмал	65,0	50,0
Целлюлоза	6,0	4,0
Гемицеллюлоза	5,0	4,0
Пентозаны	10,0*	5,0
Гумми- вещества	1,4	0,6
Белок	16,0	8,0
Жиры (липиды)	5,0	2,0
Моно-,ди- и трисахариды	2,0	1,0
Минеральные вещества	3,0	2,0
Дубильные вещества (полифенолы)	0,3	0,1

2.1.1. Углеводы

Большую часть зерна составляют углеводы. Моносахариды представлены в зерне главным образом глюкозой, фруктозой и сахарозой - таблица 2.3. Сахароза в основном находится в зародыше и алейроновом слое, мальтоза, фруктоза и глюкоза – в эндосперме.

Таблица 2.3

Фракционный состав сахаридов в одном из образцов ячменя

Углевод	Содержание углевода, % от СВ
Сахароза	0,330
Глюкоза	0,286
Фруктоза	0,259
Ксилоза	0,086
Галактоза	0,066
Сорбит	0,039
Мальтоза	0,023
Арабиноза	0,004
Маннит	0,013
Итого	1,106

Полисахариды входят в состав крахмальных зерен, клеточные стенки и представлены крахмалом, гемицеллюлозой, гумми-веществами и целлюлозой.

Крахмал составляет 97% от массы крахмальных зерен, остальные 3% – примеси (белки, жиры и минеральные вещества). Основная часть крахмалистых зерен состоит из двух полисахаридов – амилозы (17-25%) и амилопектина (75-85%).

Зерно содержит гемицеллюлозу (менее 10% от массы ячменя). Гемицеллюлоза (ГЦ) не растворима в воде, но растворяется в слабых щелочных растворах. Клеточные стенки состоят из арабиноксилана (67%) и β -глюкана (26%).

Гумми-вещества входят в состав клеток эндосперма. Их количество составляет около 2%. Они растворимы в горячей воде (при 40⁰С) и образуют вязкие растворы, в результате затрудняется процесс фильтрования сусла, происходит плохое образование горячих взвесей при кипячении сусла с хмелем и в дальнейшем – плохое осветление сусла и пива. Эти процессы происходят и при получении других напитков в состав которых входит зерно. С другой стороны, именно благодаря высокой вязкости они повышают пенообразование и положительно влияют на полноту вкуса.

Целлюлоза содержится главным образом в цветковой оболочке. В семенной и плодовой оболочках обнаруживают только следы целлюлозы. В эндосперме ее нет. На долю целлюлозы приходится не более 7% СВ двурядного ячменя. Целлюлоза трудно гидролизуеться ферментами, что приводит к потере сухих веществ и снижению экстрактивности солода. Однако она важна для образования фильтрующего слоя. Кроме того целлюлоза относится к пищевым волокном, что важно в диетологии.

Также в ячмене содержатся фруктозаны, представляющие собой полимеры фруктозы (1,6-1,9%). Что касается пектинов, то по данным Л. Нарцисса [Нарцисс, 2007] их в ячмене нет.

2.1.2. Азотсодержащие соединения

В пивоварения используют ячмени с содержанием белка (сырого протеина) от 9 до 12%. Содержание сырого протеина (Б) рассчитывается по формуле: $B = 6,25 N_{общ}$, где $N_{общ}$ – содержание азота в зерне, определенной по методу Кьельдаля, 6,25 – коэффициент пересчета.

Основными факторами, определяющими содержание белковых веществ, являются сортовые особенности ячменя, агротехнические приемы возделывания и особенно метеорологические условия. В засушливые годы доля белка в зерне возрастает. Известно, что с повышением содержания белка в ячмене возрастают трудности по его переработке.

С технологической точки зрения имеет значение не только общее содержание белка в зерне, но и их фракционный состав, а также количество серосодержащих аминокислот – таблица 2.4.

Таблица 2.4

Состав белковых фракций ячменя (средние значения)

Белковые фракции	Массовая доля, % от содержания в белке
Альбумины	2,8
Глобулины	18,1
Проламины (гордеин)	37,2
Глютелины	41,9

Альбумины и глобулины содержатся в зародыше. С ними связана ферментативная активность ячменя. Проламины и глютелины – резервные белки. Они накапливаются в субалейроновом слое и клеточных стенках.

Следует выделить фракцию глобулинов – β -глобулины, в состав которых входит сера. Эта фракция полностью не осаждается при кипячении суслу с хмелем, что является причиной снижения коллоидной стойкости пива. Две фракции проламина (σ - и ε -) являются составной частью обратимого и необратимого помутнения пива. Кроме того, при гидролизе проламина образуется аминокислота пролин, которая не участвует в метаболизме (обмене веществ) дрожжей и остается в пиве.

В таблице 2.5 даны значения количества серосодержащих аминокислот, которые могут являться причиной коллоидных помутнений.

Таблица 2.5

Содержание некоторых аминокислот в зерновых культурах (мг/100г продукта, содержащего 86% СВ)

Зерновая культура	Аминокислота		
	Пролин	Метионин	Цистин
Ячмень	1180	180	215

Аминокислотный состав различных фракций белков ячменя отличаются друг от друга. Альбумины и глобулины больше всего содержат аспарагиновую и глутаминовую кислоты; проламины и глютелины – глутаминовую кислоту и пролин.

Существует тесная прямая корреляция между количеством растворимых фракций белка в зерне и экстрактивностью ячменя с одной стороны, и между содержанием белка протеолитической и амилолитической активностью с другой. Отрицательная корреляция обнаружена между запасным белком и экстрактивностью. Шестирядный ячмень содержит больше запасных белков, чем двурядный, поэтому его экстрактивность ниже.

2.1.3. Жиры

Жиры содержатся в основном в алейроновом слое (6-12% от СВ алейронового слоя) и в зародыше (10-40% от сухого веса зародыша). Эндосперм практически лишен липидов – менее 2% от массы эндосперма (ассоциированы с крахмальными гранулами).

Жиры составляют до 5% от сухого веса зерна ячменя: более 50% из них – это триглицериды (нейтральные жиры), 10-20% - фосфолипиды и менее 10% – гликолипиды. Свободные жирные кислоты составляют не более 0,1% СВ зерна

Ферменты, гидролизующие липиды – липазы расщепляют триглицериды на свободные жирные кислоты, в том числе линолевую (C18:2) и линоленовую (C18:3) и глицерин. Липазная активность проявляется главным образом в зародыше ячменя и в меньшей степени в алейроновом слое.

Ячмень содержит небольшое количество свободных жирных кислот (менее 0,1%), большая часть которых представлена ненасыщенными жирными кислотами - таблица 2.6. Свободные жирные кислоты (линолевая и линоленовая) окисляются ферментом липоксигеназой до гидроперекисей, которые являются предшественниками в биосинтезе транс-2-ноненаля – альдегида, имеющего неприятный запах картона.

Таблица 2.6

Содержание некоторых жирных кислот в зерне ячменя

Жирная кислота	Содержание, % от общего количества жирных кислот
Пальмитиновая (C16:0)	20,8
Стеариновая (C18:0)	1,0
Олеиновая (C18:1)	11,3
Линолевая (C18:2)	57,9
Линоленовая (C18:3)	8,9

Установлено, что свободные высокомолекулярные ненасыщенные жирные кислоты отрицательно влияют на пенообразование. Кроме того, ненасыщенные жирные кислоты ячменя могут являться причиной

«старения пива», изменяя его химического состава во время длительного хранения. С другой стороны, именно эти кислоты необходимы дрожжам для построения клеточных мембран, то есть для роста и размножения клеток, и особенно при недостатке кислорода в начале процесса брожения пива.

2.1.4. Фенольные соединения

Фенольные вещества содержатся в основном в алейроновом слое и в мякинной оболочке. Их количество колеблется от 0,1 до 0,3% от массы зерна и зависит от сорта, климатических условий и степени зрелости. Установлена корреляция между содержанием белка и фенольных соединений. Чем больше белка, тем больше фенольных соединений, которые являются причиной коллоидных помутнений, нехмелевой горечи пива и повышения его цветности.

Из мономерных фенольных кислот следует выделить феруловую кислоту, которая является предшественницей 4-винил-гваякола, придающего пшеничному пиву запах пряностей.

Примечательно, что ячмень является единственным злаком, в котором встречается антоцианогены (флаван-3,4-диолы), которые при нагревании с соляной кислотой переходят в антоцианидины. Антоцианогены находятся в алейроновом слое. Их количество возрастает с увеличением содержания белка в зерне и в частности его проламиновой (гордеиновой) фракции. Эти соединения являются причиной коллоидных помутнений. Причиной коллоидных помутнений также являются высокомолекулярные фенольные соединений – танноиды.

2.1.5. Минеральные вещества

Количество минеральных веществ в ячмене колеблется от 2,0 до 3,0%. Основная часть приходится на фосфаты калия, кальция и магния – таблица 2.7. Фосфаты необходимы, как для размножения дрожжей, так и для процесса брожения. Их содержание в зерне определяется сортовыми особенностями ячменя и агротехнологией, в частности количеством вносимых фосфорных удобрений. Нормальным считается содержание 260-350 мг фосфора в 100 г СВ ячменя. Соли ортофосфорной кислоты имеют большое значение при солодоращении, так как участвуют в энергетическом обмене.

В пивоварении имеет значение одно- и двузамещенные фосфаты, способные образовывать буферные системы, в результате чего поддерживается определенная величина pH в сусле и пиве.

Большое содержание силикатов отрицательно сказывается на коллоидной стойкости пива и его вкусе.

2.2. Технологические аспекты применения ячменя.

Одним из основных отличий между солодом и ячменем является целостность клеточных стенок, которые окружают крахмальные гранулы. Следовательно, основная задача при переработке заторов, содержащих яч-

мень, заключается в эффективном цитолизе. С этой целью используют цитолитические ферменты, а также затирание с одной или двумя отварками.

Таблица 2.7

Минеральный состав золы ячменя

Компоненты,	Содержание в золе, %
P ₂ O ₅	35,0
K ₂ O	21,0
SiO ₂	26,0
MgO	8,0
CaO	3,0
Na ₂ O	2,5
SO ₃	2,0
F ₂ O ₃	1,0

3. РИС

Рис – одна из наиболее распространенных культур, после ячменя, используемых в пивоварении в качестве несоложенного материала

Рис (*Oryza sativa*) относится к семейству злаковых. Плод – пленчатая зерновка, на изломе белая, стекловидная, полустекловидная или мучнистая. Рис классифицируют по длине и ширине.

По морфологическим признакам зерно риса состоит из оболочек, зародыша и эндосперма. Эндосперм окружен алейроновым слоем из ряда клеток. К нему примыкают семенная и плодовая оболочки. Плодовая оболочка в рисе не срастается с цветковыми пленками. Эти пленки составляют 14-35% от массы зерна.

В зависимости от длины зерна классифицируются: длинный – длина более 7 мм; средний – длина 6-7 мм; короткий – длина менее 6 мм. В зависимости от ширины: толстый; круглый; тонкий и средний. Абсолютная масса зерна риса составляет 15-43 г.

При очистке и шлифовке рис освобождается от оболочек и частично от белков, жиров и других балластных веществ.

3.1. Химический состав риса

В таблице 3.1. представлен химический состав риса, который колеблется в зависимости от сорта, климатических условий и способа обработки

3.1.1. Углеводы

Крахмал

Крахмальные гранулы риса имеют округлую форму; делятся на большие (9-30 мкм) и маленькие (2-8 мкм), причем последние преобладают. Содержание крахмала в рисе, освобожденном от оболочек, достигает 73-78% от СВ зерна, в рисовой сечке этот показатель достигает 85-90%. Содержание амилозы в крахмале составляет около 17%,

амилопектина – 83%. Температура клейстеризации рисового крахмала, в зависимости от сорта, колеблется от 70 до 85⁰С.

Таблица 3.1

Химический состав риса

Компоненты	Рисовая мука, % от СВ	Содержание в расчете на 100 г продукта, содержащего 86% СВ (средние значения)		
		Зерно	Крупа	Хлопья
Вода, г	-	14,0	14,0	8,0
Белки, г	7,6	7,5	7,0	7,5
Жиры, г	0,3	2,6	1,0	0,4
Крахмал, г	91,2	55,2	70,7	85,0
Клетчатка, г	0,4	9,0	0,4	2,1
Зола, г	0,5	3,9	0,7	0,5

Некрахмалистые полисахариды

В рисе, освобождённом от пленок, содержание клетчатки (целлюлозы) невелико – 0,3-0,4%. Основная масса некрахмалистых полисахаридов содержится в пленках (до 40%), которые удаляются при обмолоте зерна. Также в зерне без оболочек мало пентозанов и β-глюканов. В результате при использовании риса в качестве несоложёного материала повышается коллоидная стойкость пива, но при этом снижается пеностойкость.

3.1.2. Азотсодержащие компоненты

В зависимости от сорта массовая доля белка в зерне риса после удаления оболочек колеблется от 8,8 до 13,6% от СВ. В рисовой сечке уровень белка падает до 5-8% от СВ. В таблице 3.2 приведен состав рисового белка входят альбумины, глобулины, проламины и глютелины.

Таблица 3.2

Состав белковых фракций риса (средние значения)

Белковые фракции	Массовая доля компонентов, % от содержания в белке
Альбумины	5,8
Глобулины	9,2
Проламины	14,0
Глутелины (оризенины)	70,0

Распределение белков по фракциям в разных частях зерна неодинаково: в периферийных частях сосредоточено повышенное количество глобулинов и альбуминов. В остальной части зерна риса преобладают глютелины, которые в рисе называются оризенинами. Они не влияют на качество готового продукта, так как практически полностью переходят в дробину или в белковый отстой, образующийся после охлаждения охмеленного суслу. Низкое содержание других фракций белка, в частности альбумина и глобулина, также гарантирует коллоидную

стабильность пива, но при этом может наблюдаться снижение пеностойкости пивного напитка.

Аминокислотный состав белков риса зависит от сорта и условий выращивания. В таблице 3.3 приведены сведения о количестве некоторых аминокислот (в белке риса и в целом в зерне), представляющих интерес в пивоварении. Так, количество пролина в рисе, с которым связаны коллоидные помутнения пива, составляет около 300мг/100 г СВ зерна, то есть почти в три раза меньше, чем в ячмене 1010 мг/100 г СВ зерна, кукурузе 940мг/100 г СВ зерна и пшенице 920мг/100 г СВ зерна. Также в зерне риса содержится значительно меньше по сравнению с другими зерновыми культурами метионина и цистина, которые подобно пролину участвуют в образовании белково-дубильных комплексов и комплексов белок-белок.

Таблица 3.3

Аминокислотный состав белка и зерна риса

Аминокислота	Количество, % от содержания в белке	Количество, мг/100 г зерна риса с влажностью 14% (в среднем)
Аспарагиновая кислота	14,60 -15,92	640
Глутаминовая кислота	12,41-26,66	1280
Пролин	2,33-5,25	360
Валин	3,83-6,50	400
Метионин	0,70-2,08	150
Фенилаланин	4,00-7,79	410
Цистин*	1,42-2,44	140

*Цистин образуется из аминокислоты цистеина в результате окисления или за счет ковалентного связывания двух остатков цистеина

3.1.3. Жиры, фенольные соединения, минеральные вещества и витамины

Зерно после удаления оболочек содержит в 1,5 раза меньше жиров, как показано в таблице 3.1. В таблице 4.4. видно, что более чем в 4 раза уменьшается содержание в крупе минеральных компонентов, особенно это касается кальция (Ca), магния (Mg) и кремния (Si). Также при обработке зерна значительно падает количество витаминов, как показано в таблице 3.4.

3.2. Технологические аспекты применения риса

В пивоварении перерабатывается дешевая рисовая сечка: битое зерно, образовавшееся в процессе обмолота и полировки риса. Кроме того, используют рисовую крупу, которую получают путем размалывания риса непосредственно на предприятии. Рис обычно применяют для приготовления пива с высокой массовой долей сухих веществ (более 13%).

Таблица 3.4

**Содержание в зерне и рисовой крупе минеральных компонентов и
ВИТАМИНОВ**

Компоненты	Рис	
	Зерно	Крупа
Зола, г	3,9	0,7
K, мг	314	100
Ca, мг	40	8
Mg, мг	116	50
P, мг	328	150
Fe, мг	2,1	1,0
Si, мг	1240	100
Zn, мг	1,8	1,42
Mn, мг	3,63	1,25
B ₁ , мг	0,34	0,08
B ₃ , мг	0,6	0,4
B ₇ , мкг	12,0	3,5

Преимущества использования риса в качестве несоложенного сырья состоят:

- в высокой экстрактивности (до 97% на сухое вещество);
- в малом содержании растворимых белков и полифенолов, что повышает коллоидную стабильность пива;
- в благоприятном аминокислотном составе белка, в частности в низком содержании, по сравнению с другими злаками, серосодержащих аминокислот. Это положительно сказывается на коллоидной стойкости пива;
- в невысоком количестве жира, что важно для вкусовой стабильности продукта.

Таким образом, в результате при использовании риса:

- увеличивается выход экстракта в варочном отделении;
- снижается показатель цветности пива;
- смягчается вкус пива;
- повышается коллоидная и вкусовая стабильность пива.

Вместе с тем следует учитывать и отрицательные стороны при производстве пива, в рецептуру которого входит рис:

- снижается способность дрожжей к флокуляции;
- снижается полнота вкуса конечного продукта;
- небольшое количество белка в рисе и его плохое растворение при затирании может привести к снижению содержания α -аминного азота в сусле, что отразится на интенсивности процесса его сбраживания;
- уменьшается пеностойкость, что также связано с низким содержанием белка в рисе;

– увеличиваются энергозатраты, так как в связи с высокой температурой клейстеризации рисового крахмала требуется использовать режимы затирания с отварками.

4. КУКУРУЗА

В настоящее время кукуруза редко используется в качестве несоложенного материала в РФ, однако это по-прежнему популярная культура в США, Бразилии, Канаде и др. странах, где посевы кукурузы достигают больших площадей.

Кукуруза или маис (*Zea mays*), однолетнее растение семейства злаков. Плод – зерновка, в среднем содержит от 500 до 1000 зерен в початке.

Наружный слой клеток зерна является плодовой оболочкой (перикарпий), образующейся из стенок завязи. Под ней располагается семенная оболочка, состоящая из двух оболочек семяпочки. Семенная оболочка покрывает зародыш и эндосперм. Доля плодовой и семенной оболочек составляет 4-6 %.

Эндосперм составляет 80-83 % СВ зерна. Он состоит из больших по размеру клеток с тонкими стенками. Особенностью кукурузы является наличие в ней полупрозрачного (роговидного) и непрозрачного (мучнистого) эндосперма. В полупрозрачном эндосперме гранулы крахмала имеют форму многоугольников, которые плотно упакованы и связаны между собой с помощью белковой субстанции. В непрозрачном эндосперме содержится много воздушных прослоек, а крахмальные зерна имеют сферическую форму и покрыты матричным белком. Белка в мучнистой части содержится на 1,5-2,0 % меньше, чем в роговидном эндосперме. Следовательно, чем больше доля мучнистого эндосперма, тем выше экстрактивность сусла. Зародыш составляет 10-14 процентов СВ зерна, в то время как у пшеницы, ржи и ячменя зародыш составляет 1,5-3,0% веса зерна.

Известны семь подвидов кукурузы: зубовидная, кремнистая, крахмалистая, лопающаяся, сахарная, восковидная и высоколизиновая, которые отличаются по форме, размеру, цвету зерна и по химическому составу. Разнообразие в строении зерна разных форм обусловлено различиями в консистенции и в химическом составе эндосперма. Мучнистая часть эндосперма состоит из рыхло расположенных мелких крахмальных зерен округлой формы. Роговидная часть состоит из плотно расположенных крупных крахмальных зерен с угловатыми очертаниями. Промежутки между крахмальными зёрнами в роговидном эндосперме заполнены протеином и некрахмалистыми углеводами, благодаря чему эта часть эндосперма богаче белками, чем мучнистая. Степень развития

мучнистого и роговидного эндосперма и определяет собой особенности строения зерна разных форм кукурузы.

Из семи подвидов кукурузы в пивоварении можно использовать зубовидную и кремнистую кукурузу. Оба подвида характеризуются высоким содержанием углеводов и низким количеством жиров. Их зерна окружены роговидным эндоспермом, а внутри зерен находится мучнистый эндосперм. По содержанию крахмала и структуре эндосперма (не содержит роговидного эндосперма) может подойти также кукуруза крахмалистая, однако высокий уровень жира в зерне (5,6 % на сухое вещество) делает ее мало привлекательной для пивоварения. Следует отметить, что оба вида эндосперма содержат примерно равное количество белка, но разных типов. Кроме того, зерна крахмала имеют не только разную форму, но и разные размеры – диаметр крахмальных зерен колеблется от 8 до 35 мкм. С технологической точки зрения важно отметить:

- низкое содержание оболочек;
- малую толщину клеточных стенок эндосперма;
- прочную связь между белком и крахмалом;
- разную форму и размер гранул крахмала.

4.1. Химический состав кукурузы

Химический состав кукурузы зависит от подвида, климатических условий возделывания и агротехнологии. В таблице 4.1 приведены сведения по диапазону изменения основных компонентов в кукурузе, а в таблице 4.2 даны средние показатели подвидов кукурузы, рекомендованных для применения в пивоварении.

Средние данные по содержанию химических компонентов в различных анатомических частях злака приведены в таблице 4.3, из которой видно, что около 30% жиров содержится в зародыше. Следовательно, после удаления зародыша кукуруза будет соответствовать требованиям, предъявляемым к сырью для пивоварения.

Таблица 4.1

Химический состав зерна кукурузы, % по СВ

Компонент	Диапазон значений
Крахмал	61-78
Общий белок	6-12
Жир	3,1-5,7
Целлюлоза+лигнин	3,3-4,3
Пентозаны, в пересчете на ксилозу	5,8-6,6
Сахариды, в пересчете на глюкозу	1-3
Минеральные вещества	1,1-3,9

Таблица 4.2

**Химический состав различных подвидов кукурузы,
г/100 г продукта (содержащего 86% сухих веществ)**

Компоненты	Подвиды кукурузы		
	зубовидная	кремнистая	крахмалистая
Вода	14,0	14,0	14,0
Белки	9,3	9,2	9,4
Жиры	4,0	4,2	4,8
Углеводы:	69,4	69,2	69,2
Моно- и дисахариды	2,8	2,3	2,8
Крахмал	59,8	57,3	58,0
Клетчатка	2,1	2,2	1,5
Зола	1,2	1,2	1.1

Таблица 4.3

Химический состав анатомических частей кукурузы (% от СВ)

Показатели	Часть зерна			
	целое зерно	оболочки	зародыш	эндосперм
Сырой протеин*	12,6	6,6	21,7	12,4
Жиры	4,3	1,6	29,6	1,3
Углеводы	79,4	74,1	34,7	85,0
Сырая клетчатка	2,0	16,4	2,9	0,6
Минеральные вещества	1,7	1,3	11,1	0,7

*Сырой протеин или общий белок рассчитывают по формуле $6,25N_{об}$.

4.1.1 Углеводы зерна

Крахмал

Содержание крахмала в кукурузе приближается к 80 % от СВ злака – таблица 4.1. Он содержится в основном в эндосперме (80-86%). Гранулы крахмала кукурузы, которые состоят из амилозы и амилопектина (величина отношения амилозы/аминопектин в среднем составляет 27/73), характеризуются значительной неоднородностью по размерам (от 8 до 35 мкм), что в свою очередь влияет на температуру клейстеризации крахмала, которая изменяется в широких пределах (от 62⁰С до 80⁰С). С уменьшением размера гранул температура клейстеризации возрастает. При культивировании кукурузы в условиях сухой и жаркой погоды температура клейстеризации кукурузного крахмала может достигать 80-85⁰ С.

Некрахмалистые полисахариды

В кукурузе представлены клетчаткой, гемицеллюлозой, в состав которой входят β-глюканы и пентозаны. Содержание клетчатки в зерне

колеблется от 0,7 до 2,2 %, пентозанов - от 4,2 до 6,2 %; водорастворимых β -глюканов – 0,06-1,13 % от сухого вещества эндосперма.

4.1.2 Азотсодержащие компоненты

Содержание белка в кукурузе в зависимости от сорта колеблется от 4,9 до 23,6 % от СВ зерновки. Среднее содержание белка составляет 11,7%. Большая его часть содержится в эндосперме и зародыше – таблица 4.4.

Таблица 4.4

Фракционный состав белка анатомических частей зерна кукурузы, % азота фракции от общего содержания азота (средние значения)

Анатомическая часть зерна	Фракции белка				Небелковый азот
	Альбумины	Глобулины	Проламины (зеин)	Глютелины	
Целое зерно	11,98	13,30	33,90	22,97	12,85
Эндосперм	11,89	16,03	42,48	21,29	8,34
Зародыш	67,24	7,51	1,40	6,10	17,75

Белок кукурузы в основном представлен спирторастворимой фракцией, которая у кукурузы называется зеином, и щелочерастворимыми белками глютелинами. Молекулярная масса белков зеина колеблется от 19 до 52 кДа, глютелина – 21-26 кДа. Основная часть этих белков имеет изоэлектрическую точку при величине рН 5,7 и переходит в нерастворимое состояние при кипячении сусла с хмелем. С повышением содержания белка в зерне в первую очередь увеличивается содержание зеина, который содержит мало метионина.

Особенностью белка кукурузы является низкое содержание в нем альбуминов и глобулинов. Так количество глобулинов в кукурузе почти в три раза ниже, чем в ячмене. Это положительно сказывается на коллоидной стойкости пива. Кроме того, белки кукурузы в отличие от белков пшеницы и ржи плохо набухают и не образуют клейковины. Эти особенности белковых фракций кукурузы делают её востребованной при производстве пива.

При анализе аминокислотного состава цельного зерна, представленного в таблице 4.5, следует обратить внимание, что сумма серосодержащих кислот в кукурузе меньше, чем в ячмене, что благоприятно сказывается на коллоидной стойкости пива. Содержание фенилаланина и валина во всех злаках примерно одинаково, поэтому не будет различий в синтезе фенилэтанола и карбонильных соединений при сбраживании сусла, полученного с этими несоложенными материалами.

Содержание некоторых аминокислот, входящих в состав белков различных анатомических частей зерна кукурузы, представляющих значение для пивоварения, приведено в таблице 4.6.

Важно, что кукуруза, после удаления зародыша, содержит мало аминокислот, в том числе метионина, пролина и фенилаланина, которые оказывают отрицательное влияние на коллоидную стойкость и сенсорный профиль пива.

Таблица 4.5

Содержание аминокислот в зерне кукурузы

Аминокислота	Содержание, (мг/100 г продукта, содержащего 86%СВ)
Аспарагиновая кислота	580
Глютаминовая кислота	1780
Пролин	1091
Валин	416
Метионин	120
Фенилаланин	460
Цистин	170

Таблица 4.6

Аминокислотный состав белков анатомических частей зерна кукурузы, % от СВ (средние значения)

Аминокислота	Части зерна		
	Зерно	Зародыш	Эндосперм
Лизин	2,2	5,0	2,4
Треонин	2,8	3,5	2,9
Валин	4,2	6,2	4,0
Метионин	1,7	3,4	1,7
Лейцин	13,0	11,6	12,6
Изолейцин	3,0	4,9	2,7
Триптофан	0,7	0,9	0,6
Фенилаланин	0,7	0,9	0,6
Пролин	0,9*	-	-

(–) сведения отсутствуют

4.1.3 Жиры

Жиры имеют большое значение в пивоварении в виду своего влияния на метаболизм (обмен веществ) дрожжей, пеностойкость и вкусовую стабильность пива.

В таблице 4.7 приведены сведения о фракционном составе жиров кукурузы, причем большая их часть (до 50%) находится в зародыше –

таблица 4.8. Следовательно, после удаления зародыша кукуруза по содержанию липидов практически не отличается от других злаков.

Таблица 4.7

**Содержание липидов в зерне кукурузы и их фракционный состав, %
(средние значения)**

Фракции липидов	Содержание, %
Сумма липидов	5,42
Свободные липиды	4,78
Всего	70,3
в т.ч. триацилглицерины свободные жирные кислоты	5,1
Связанные липиды	0,34
Всего,	37,3
в т.ч. Триацилглицерины Свободные жирные кислоты	10,5
Прочносвязанные	0,30

Таблица 4.8

Содержание жира в анатомических частях кукурузы (% от СВ)

Зародыш	Эндосперм	Плодовая оболочка
28,9-38,9	0,7-1,2	0,7-1,9

Кроме того, следует обратить внимание на высокомолекулярные жирные кислоты. Так, 75–80% жирных кислот приходится на ненасыщенные жирные кислоты, такие как олеиновая (C18:1) и линолевая (C18:2). В результате крупа под влиянием света и кислорода воздуха, а также при участии таких ферментов зерна, как липазы и липоксигеназы, прогоркает. Для предотвращения процессов прогоркания во время хранения кукурузная крупа должна иметь влажность 12-14 % и содержание жиров в пределах от 0,5 до 1,0 %.

В пивоварении используется обезжиренная кукуруза, которая содержит меньше белка, клетчатки, гемицеллюлозы, липидов, макро- и микроэлементов и витаминов, чем зерно до обработки.

Следует обратить внимание, что по сумме ненасыщенных жирных кислот ячменный солод и кукурузная крупа практически не отличаются. Это гарантирует пиву, в рецептуру которого входит кукуруза, одинаковую с пивом, полученным только из солода, стойкость к окислению.

4.1.4. Минеральный состав

Минеральные вещества в отдельных анатомических частях зерна распределены не равномерно: на долю зародыша приходится 2/3 минеральных компонентов, в то время как зольность эндосперма и оболочек у кукурузы значительно ниже – таблица 4.9.

Таблица 4.9

Зольность анатомических частей кукурузы, % от СВ

Наименование	Соотношение частей	Зольность	
		К массе соответствующей части зерна	К общей массе зерна
Эндосперм	80,2	0,30	15,22
Зародыш	13,0	9,24	76,03
Оболочки	6,8	1,78	5,87
Чехлики	1,6	2,84	2,88
Зерно	100	1,58	100

4.2. Технологические аспекты применения кукурузы

В пивоварении используют кукурузную крупу, полученную после удаления зародыша. В результате химический состав крупы отличается от состава зерна – таблица 4.10.

Таблица 4.10

Химический состав зерна кукурузы и кукурузной крупы в расчете на 100г продукта, содержащего 86% сухих веществ

Компоненты	Кукуруза	
	зерно	Обезжиренная крупа
Вода, г	14,0	14,0
Белки, г	10,3	8,3
Жиры, г	4,85	1,2
Моно- и дисахариды, г	1,73	1,27
Крахмал, г	56,9	70,4
Клетчатка, г	2,1	0,8
Гемицеллюлоза, г	4,2	-
Зола, г	1,2	0,7
В ₁ , мг	0,38	0,13
В ₃ , мг	0,60	0,35
В ₇ , мкг	21,0	6,6
Токоферол (Е), мг	5,5	2,7

Применение обезжиренной крупы в количестве до 20% от состава засыпи практически не сказывается на углеводном составе сусла, как показано в таблице 4.11. В том случае если в рецептуру входит крупа из цельно-смолотого зерна в сусле уменьшается, по сравнению с солодовым суслом, доля мальтозы и мальтотриозы – таблица 4.11, что неизбежно повлияет на сенсорные характеристики пива.

Таблица 4.11

Влияние состава затора на углеводный состав сусла

Состав затора (солод/кукуруза)	Кукуруза	Отношение глюкоза: мальтоза: мальтотриоза
100	-	1: 4,1:0,9
85/15	Крупа из цельно-смолотого зерна	1: 1,4: 0,2
85/15	Кукурузная крупа	1:3,7: 0,9

5. ОВЕС

Овёс— одна из наиболее распространенных и важных зерновых культур. Он широко известен не только как зернофуражная кормовая культура, но и как продовольственная культура. Из всего произведенного в России зерна овса 91- 94 % используется на кормовые цели и только 6- 9 % на переработку.

В последние годы овес получил большую популярность в производстве различных продуктов питания, в том числе и напитков. Усиливающийся интерес к овсу, как продовольственной культуре, обусловлен не только исключительно ценным аминокислотным составом белка, наличием витаминов, жира и крахмала высокого качества, но и антиаллергенными свойствами овсяных продуктов. Именно антиаллергенные свойства позволяют широко использовать овес в детском питании. Продукты из овса используются в питании людей, страдающих аллергией на глютен пшеницы. Зерно овса состоит из следующих частей: цветковой чешуи, плодовой оболочки (околоплодник, образованный из стенок завязи), семенной оболочки, алейронового слоя клеток, эндосперма (мучнистого тела), зародыша, волосков.

Плодовые и семенные оболочки содержат много целлюлозы и пентозанов. Алейроновый слой имеет высокую концентрацию белка, целлюлозы, золы, а эндосперм – высокую концентрацию крахмала и белка.

5.1. Химический состав зерна

Состав овса, главным образом содержание в нем белков и жиров, колеблется в зависимости от его сорта и происхождения, а также от способа обработки. Химический состав зерна овса с цветковыми пленками (овса пленчатого) приведен в таблице 5.1, овсяных хлопьев в таблице 5.2.

Цветковые пленки содержат, процент на сухое вещество: белка 1,1-3,2; клетчатки 2,3 - 34,6; пентозанов до 36,5; жира 0,5-1,0; минеральных веществ 4,1–7,3. После удаления цветковых пленок содержание клетчатки резко снижается (до 1,7–2,5%), а белков, крахмала и жира – возрастает.

Таблица 5.1

Химический состав пленчатого овса

Компоненты, г	Содержание, % от СВ	
	Пленчатый овес	Среднее значение
Крахмал	31,1-50	40,1
Клетчатка	7,7-19,5	13,2
Белки	9,0-19,5	13,3
Жиры	3.1-6,6	4,6
Зола	3,1-5,4	4.1

Плодовые и семенные оболочки содержат много целлюлозы, пентозанов. Алейроновый слой имеет высокую концентрацию белка, целлюлозы, золы, а эндосперм – повышенное содержание крахмала и белка

Таблица 5.2

Состав овсяных хлопьев (в расчете на 100 г продукта, содержащего 86% СВ, в среднем значении).

Компоненты	Массовая доля, г
Вода	14
Крахмал	36,5-56,0
Белки	10,0
Жиры	6,1
Клетчатка	10,7
Зола	3,2

5.1.1. Углеводы

Углеводы овса представлены моно- и олигосахаридами, крахмалом, гемицеллюлозой, целлюлозой, лигнином.

Моно-и олигосахариды

Концентрация сахаридов в зерне зависит от степени его зрелости и сортовых особенностей. Сумма сахаров составляет 1,6-2,5 %, из них на долю моносахаридов приходится около 15 % (0,26-0,35 % от СВ зерновки); олигосахаридов от 1,47 до 2,04 %. Больше всего сахаридов в отрубях – таблица 5.3.

Таблица 5.3

Фракционный состав сахаридов в эндосперме и отрубях овса

Углевод	Содержание углевода, % от СВ	
	В эндосперме	В отрубях
Сахароза	0,40-0,63	1,70-2,66 %
Глюкоза	0,06-0,07	0,07-0,10 %
Фруктоза	0,02-0,05	0,03-0,07
Стахиозы	0,7-0,8	0,20-0,24
Мальтоза	0,01-0,03	0,1-0,05
Рафиноза	0,16-0,26	0,29-0,48

Крахмал

Основное вещество углеводной фракции – крахмал. Содержание его в зависимости от вида и сорта изменяется от 36 до 61 %. Голозерные сорта содержат больше крахмала, чем пленчатые. Содержание амилозы в крахмале овса в зависимости от сорта, генотипа и условий выращивания колеблется от 16,8 до 25,9%. Температурный интервал клейстеризации крахмала овса 55-60⁰С.

Важно, что овес имеет высокую активность фермента амилазы, который расщепляет почти весь растворимый крахмал до мальтозы.

Некрахмалистые полисахариды

Некрахмалистые полисахариды представлены целлюлозой (содержание целлюлозы в пленчатом зерне колеблется от 7 до 19,2 %), которая совместно с лигнином и минеральными солями, входит в

клеточные стенки семенной и плодовой оболочек; гемицеллюлозой, содержащейся как в клеточных стенках клеток оболочек, так и клеток эндосперма.

Высокая вязкость овсяных отваров обусловлена присутствием в зерне водорастворимого полисахарида β -D-глюкана. Водорастворимый β -D-глюкан овса напоминает полисахарид лихенин, обнаруженный в исландском мхе. В зависимости от сортовых особенностей количество водорастворимых полисахаридов в целом зерне варьирует от 2,58 до 3,52 %. β -Глюкан эндосперма овса принадлежит к группе неразветвленных полисахаридов, состоящих из 1-4 (эти связи преобладают) и 1-3 связанных β -D-глюкопиранозных остатков в различных соотношениях. В зависимости от генотипа уровень β -D-глюкана в зерне может варьировать от 3,2 до 6,3%. Следует обратить внимание, что у ячменя некрахмалистые полисахариды, входящие в состав клеточных стенок алейронового слоя и эндосперма, отличаются по содержанию β -глюканов и пентозанов. Так клеточные стенки алейронового слоя содержат больше пентозанов, в то время как в клеточных стенках эндосперма преобладает β -глюкан. Как видно в таблице 5.4 в зерне овса количество пентозанов значительно больше, чем β -глюканов.

Таблица 5.4

Содержание некрахмалистых углеводов в овсе

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Насыпная масса, г/л	Сод-ние в зерне, %		Арабинокслан/ глюкан
			Глюкан	Арабиноксилан	
Вятский (голозерный)	27.2	670	3,6	6,2	1,77
Скакун (пленчатый)	36.2	460	3,2	5,2	1,63

6.1.2. Азотсодержащие компоненты

Уровень белка в овсе изменяется в довольно широких пределах и зависит от сорта овса. Так содержание белка у пленчатых сортов колеблется от 9,6 до 19,8 %, у голозерных – от 14,8 до 21,0 %. Основная масса белка находится в виде запасных веществ - таблица 5.5. Проламины овса – авенины состоят из двух фракций - α - и β -авенинов. Обе фракции гетерогенны и полиморфны. Методом электрофореза в них выявляется от двух до восьми компонентов. Различия в компонентном составе авенина используется для идентификации сортов овса.

Таблица 5.5

Состав белковых фракций овса (средние значения)

Белковые фракции	Массовая доля, % от содержания белка
Альбумины	14
Глобулины	20
Проламины (авенин)	55
Глютелины	14

Пищевая ценность белков определяется в первую очередь содержанием «незаменимых» аминокислот (лизина, триптофана, метионина, треонина, валина, фенилаланина, лейцина, изолейцина). Также следует отметить, что содержания белка, а также его аминокислотный состав неодинаков в различных анатомических частях зерна. Причем в отрубях также содержатся незаменимые аминокислоты – таблица 5.6

Таблица 5.6

Содержание белка (% от СВ белка в зерне) и аминокислот (г/100 г аминокислот) в различных анатомических частях зерна овса

Белок/ аминокислота	Цельн озерно вая крупа	Ось зародыша	Щиток	Отруби*	Эндосперм
Белок	13,8	44,3	32,4	18,8	9,6
Лизин	4,5	8,2	6,9	4,1	3,7
Гистидин	2,4	3,9	3,6	2,2	2,2
Аммиак	2,7	1,9	1,8	2,5	2,9
Аргинин	6,8	8,3	9,0	6,8	6,6
Аспарагиновая кислота	8,7	10,2	9,7	8,6	8,5
Треонин	3,4	5,0	4,7	3,4	3,3
Серин	4,6	4,8	5,0	4,8	4,6
Глютаминовая кислота	21,7	14,2	14,9	21,1	23,6
Пролин	5,5	3,3	3,6	6,2	4,6
Цистин	2,1	0,5	1,0	2,4	2,2
Глицин	5,2	6,3	6,2	5,4	4,7
Аланин	5,0	7,2	6,9	5,1	4,5
Валин	5,5	6,0	6,2	5,5	5,5
Метионин	2,2	2,2	2,1	2,1	2,4
Изолейцин	3,9	3,9	3,8	3,8	4,2
Лейцин	7,6	7,1	7,1	7,4	7,8
Тирозин	3,0	2,9	3,0	3,5	3,3
Фенилаланин	5,2	4,2	4,4	5,1	5,6

* включая алейроновый слой

5.1.3. Жиры

Овес содержит в 2-3 раза больше жиров, чем другие зерновые культуры. Жиры овса характеризуются низким содержанием линоленовой (18:3) кислоты и высоким – олеиновой (18:1) и линолевой (18:2) кислоты. Однако именно высокое содержание жира и непредельных жирных кислот может являться причиной снижения пенообразования и пеностойкости с одной стороны и вкусовой стабильности с другой.

5.1.4. Фенольные соединения

В зерне злаков обнаружены разнообразные по составу фенольные соединения. У овса они встречаются в виде фенолкарбоновых кислот, флавоноидов, аминокфенолов и их эфирных и другие. Наиболее обширная группа фенольных соединений – флавоноиды. У овса обнаружены представители проантоцианидинов: лейкодельфинидин и халконов, флавононов – в пленке, флавонолов (кемпферол, кверцетин) – в зерне без пленки. Из аминокфенолов в целом зерне овса найден дегидрофенилаланин.

5.1.5. Минеральные компоненты и витамины

Минеральный состав

Содержание сырой золы в целом зерне в зависимости от сорта колеблется от 2,0 до 5,7 %. В таблице 5.7 приведены данные по содержанию различных минеральных компонентов в отрубях и эндосперме пленчатого овса. У голозерных сортов овса уровень этих компонентов значительно меньше (1,6 %), чем у пленчатых. Как в целом, так и в обрушенном зерне главные зольные элементы – фосфор и калий.

Таблица 5.7

Содержание минеральных веществ в отрубях и эндосперме плёнчатого овса

Компонент зерна	Отруби	Эндосперм
P (фосфор) , %	1,02	0,26
K (калий) , %	1,00	0,16
Mg (магний) , %	0,38	0,07
Ca (кальций) , %	0,11	0,02
Fe (железо) ,ppm	89,8	18,2
Zn(цинк) ,ppm	58,5	24,3
Mn (марганец) ,ppm	87,8	30,8
Cu (медь) ,ppm	4,93	2,82
B (бор) ,ppm	2,82	0,00
Ba (барий) ,ppm	2,50	0,10

Витамины

Зерно овса богато витаминами, особенно группы В, как видно из таблицы 5.8. По содержанию витаминов В (4,5-8,0 мг/кг зерна) овсяные продукты не уступают гречневой крупе. Наиболее хорошо изучены такие витамины группы В, как тиамин, рибофлавин, ниацин (никотиновая кислота), пантотеновая кислота, в меньшей степени – холин, пиридоксин. В зерне овса обнаружен также биотин – 208 мкг/кг .

5.2. Технологические аспекты применение овса

Для пивоварения представляет интерес голозёрный овес (*Nudae*), не содержащий цветковых пленок. Это высокоэкстрактивное сырьё. В остальных случаях овёс является высокопленчатой культурой и поэтому

содержит много гемицеллюлозы и клетчатки, как видно из таблицы 5.1, что приводит к снижению выхода экстракта и повышению грубой горечи пива. Голозёрные сорта овса имеют ряд преимуществ по сравнению с сортами плёнчатыми:

Таблица 5.8

Витаминный состав зерна овса

Витамины	Содержание, мг/г
Тиамин (В1)	0,67
Рибофлавин (В2)	0,14
Ниацин	0,98
Пантотеновая кислота (В5)	1,48
Пиридоксин (В6)	0,13
Фолиевая кислота	-
Токоферол	1,94

- более высокое процентное содержание белка, жира, лизина и аргинина, что представляет большую ценность в продовольственном и кормовом отношении.

- по содержанию белка голозёрные сорта превосходят плёнчатые на 1,9...3,5%. Белковый комплекс плёнчатого зерна овса представлен в основном низкомолекулярными белками (альбумины и глобулины) – 38,3-40,7%, у голозёрного овса преобладают глютелины – 47,3-50,4%. При этом голозёрные сорта отличаются от плёнчатых меньшим количеством спирторастворимых белков, а значит, характеризуются более сбалансированным составом аминокислот.

В пивоварении зачастую применяется овес в виде муки, а также в виде хлопьев, изготовленных из зерна, очищенного от внешних оболочек. Температурный интервал клейстеризации крахмала овса несколько ниже (55-60°C), чем у ячменя (61-62°C), и поэтому при его использовании не требуется применять декокционный метод (с отварками) затирания.

Преимущества применения овса в качестве несоложенного материала:

- быстрое осахаривание затора из-за высокой активности овсяной α -амилазы;
- благоприятный, с точки зрения химической стабильности пива, аминокислотный состав белка;
- быстрая фильтрация затора, из-за высокой доли оболочек зерна.

Вместе с тем следует учитывать и **отрицательные** стороны при замене части солода овсом:

- высокое содержание жира отрицательно сказывается на вкусовой стойкости пива;
- при применении овса в виде муки могут возникать проблемы с фильтрацией;
- сравнительно небольшая экстрактивность овса.

Поэтому в тех случаях, когда в пивоварении применяется овес, его доля не превышает 10%. При замене в рецептуре 10% солода обрушенным овсом пиво характеризуется лучшим вкусом и ароматом по сравнению с пивом, в котором использовали в качестве несоложенного материала ячмень (10%).

В настоящее время из овса получают солод, который используют для производства сортов пива верхового брожения. В таблице 5.9 приведены физико-химические показатели солода из голозерного овса Шато Оут, производства фирмы Castle Malting, Бельгия.

Таблица 5.9

Физико-химические показатели солода из голозерного овса

Показатели	Промышленный солод фирмы Castle Malting
Скорость фильтрования затора, мин.	более 60
Массовая доля белковых веществ солода, %	15,60
Растворимый азот, мг/дм ³	505
Число Кольбаха, %	21,5
Свободный аминный азот (FAN), мг/дм ³	111
Число Хартонга, %	33,2
Цвет сусла до кипячения, ЕВС	5,2
Массовая доля экстрактивных веществ в грубом помоле, % *	79,4
Продолжительность осахаривания, мин	не осахаривается
Прочие показатели	
Массовая доля влаги, %	5,1
рН сусла	5,4
Прозрачность сусла, (визуально)	опалесцирующее

*массовая доля экстракта тонкого помола меньше массовой доли экстракта грубого помола

В качестве сортообразующего компонента в рецептуре пива также используют полученный из овса витаминный солод, при этом пиво характеризуется повышенной мутностью.

Высокопенчатый овес может применяться для улучшения качества фильтрации.

6. ПШЕНИЦА, РОЖЬ, ТРИТИКАЛЕ

Несоложеное зерно пшеницы, ржи и тритикале редко применяют в технологии пивоварения. Обычно используется солод, произведенный из этих злаков. Однако известны популярные в Бельгии сорта пива Ламбик, в рецептуру которых входит несоложенная пшеница.

6.1. Пшеница

Пшеница (*Triticum*) – травянистое однолетнее растение семейства злаковых. Наибольшее значение имеют пшеницы твердая (*T.durum*) и мягкая (*T.aestivum*). Оба вида относятся к голозерным, то есть зерно

покрыто плодовой и семенной оболочками, сросшимися между собой и состоящими из нескольких слоев клеток. Цветковые (мякинные) оболочки отсутствуют. Известны также пленчатые сорта пшеницы, которые относятся к диким видам.

В зерне пшеницы на долю эндосперма приходится 78-84% сухих веществ, зародыша – 1,4-4,2%, оболочек – 5,6-11,2%, алейронового слоя – 5,2-8,8%.

В настоящее время, в основном возделывают высокоурожайную озимую и яровую пшеницу (*T.aestivum*). Этот вид пшеницы имеет рыхлые мучнистые зерна, достаточно низкое содержание белка и жира, данные приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Химический состав пшеницы, г/100г продукта, содержащего 86%СВ (средние значения)

Компоненты	Пшеница мягкая	
	озимая	Яровая
Крахмал	54	53
Целлюлоза	2,4	2,5
Гемицеллюлоза	7,3	7,7
Белок	11,2	13,5
Жир	2,11	2,31
Моно-, ди- и трисахариды	1,4	1,04
Зола	1,7	1,70
К, мг/100 г	323	350
Na, мг/100 г	8	8
Р, мг/100 г	340	400
Fe, мкг/100 г	5140	5690
Cu, мкг/100 г	410	530
Mn, мкг/100 г	3740	3780
Zn, мкг/100г	2610	2970
Е (токоферол), мг/100 г	6,0	6,1
Тиамин (В ₁), мг/100г	0,41	0,46
Биотин (В ₇), мкг/100г	8,8	12,0
Пантотеновая кислота (В ₃), мг/100 г	1,1	1,2

Крахмал пшеницы

Крахмальные зерна пшеницы имеют округлую, линзообразную форму. Размер гранул колеблется от 1 до 20 мкм; преобладают более мелкие. Массовая доля крахмала в пшенице составляет 60...63%. Соотношение амилозы и амилопектина мало отличается от ячменя: амилозы – 17-24%, амилопектина – 76-83%.

Температура клейстеризации крахмала составляет 52-64⁰С. Широкий интервал температуры клейстеризации крахмала пшеницы объясняется как сортовыми особенностями культур в пределах одного вида, так и влиянием климатических условий культивирования.

Некрахмалистые полисахариды

В виду того, что у зерен пшеницы отсутствует цветковая оболочка, этот злак содержит примерно в 2,0 раза меньше целлюлозы по сравнению с ячменем, поэтому выход экстракта у пшеницы выше, чем у ячменя.

Белки пшеницы

Массовая доля белка (сырого протеина) и соотношение в нем заменимых и незаменимых аминокислот колеблется в широких пределах. Так, содержание белка в яровой пшенице может колебаться от 9,8 до 25,8, в озимой – от 9,2 до 25,2% от СВ – таблица 6.2. Белок пшеницы в основном представлен проламином и глютелином. Запасные белки пшеницы называются глютенинами. Именно эти фракции белка при замачивании образуют с водой студнеобразный гидратированный комплекс, называемый клейковиной. В состав клейковины может входить до 70% белка пшеницы.

Таблица 6.2

Фракционный состав белков пшеницы (% мас)

Фракция белка	Пшеница	Ячмень	Кукуруза	Овес	Рис	Пшено
Альбумины	10	12	0,5	20	28	4
Глобулины	6	30	20	20	22	8
Проламины	60	35	40	15	32	40
Глютелины	10	23	30	45	18	48

Количество пролина и серосодержащих аминокислот, представляющих интерес с точки зрения коллоидной стойкости пива, в пшенице приближается к содержанию этих аминокислот в ячмене, что приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Содержание аминокислот в зерновых культурах (мг/100г продукта, содержащего 86% СВ)

Зерновая культура	Аминокислота		
	Пролин	Метионин	Цистин *
Ячмень	1180	180	215
Рис	360	150	140
Кукуруза	1091	120	170
Пшеница мягкая озимая	1068	180	230
Сорго	860	140	150
Просо	640	220	220
Овес	488	156	260
Рожь	910	150	242
Тритикале	1320	180	203

Технологические аспекты применения пшеницы в качестве несоложеного материала

При технологической оценке пшеницы, прежде всего, обращают внимание на склонность запасного белка пшеницы давать вязкие растворы (клейковину). Именно по этой причине несоложенная пшеница редко

используется в пивоварении, так как образующаяся при затирании клейковина трудно расщепляется ферментами и препятствует фильтрованию затора. В связи с этим доля пшеницы в рецептуре не превышает 20%. Для пивоварения более всего подходит мягкая озимая пшеница, которая содержит меньше по сравнению с твердой пшеницей сырого протеина и больше крахмала. Ввиду низкого содержания некрахмалистых полисахаридов в пшенице имеет место увеличение выхода экстракта и смягчение вкуса пива.

Пиво, в состав рецептуры которого входит пшеница (пшеничный солод), более склонно к фонтанированию (эффект гашинга), чем ячменное пиво. Это связано с тем, что пшеница, являясь голозерным зерном и больше подвержена контаминации грибами рода *Fusarium*, чем яровой ячмень, у которого есть мякинная оболочка, защищающая зерно от микроорганизмов.

6.2. Рожь

Рожь (*Secale*) является голозерной культурой. По своему биохимическому составу она близка к ячменю. Тем не менее, в качестве несоложёного материала рожь применяется мало. Основная доля ржаных зернопродуктов приходится на ржаной солод, который придаёт напиткам характерный хлебный привкус.

Зерно ржи состоит из оболочек, алейронового слоя, эндосперма, щитка и зародыша. Непосредственно под оболочками расположен алейроновый слой, состоящий из одного ряда крупных многогранных толстостенных клеток, которые на границе с зародышем становятся мелкими тонкостенными. Под ним находится эндосперм. Эндосперм составляет большую часть зерновки. Он состоит из клеток 3-х типов: периферийных, или субалейроновых, призматических и центральных, которые различаются между собой по форме, величине и местоположению в зерне. Различные типы клеток возникают в результате разного распределения и времени деления клеток на ранних стадиях развития зерновки. В клетках эндосперма, примыкающих к алейроновому слою, накапливаются основные запасные белковые вещества и мелкие крахмальные зерна. Основную – центральную - часть эндосперма зерна ржи занимают большие по размеру тонкостенные клетки, заполненные главным образом крупными крахмальными зёрнами, связанными между собой небольшим количеством белков, что показано на рисунке 1.1. Химический состав зерна определяется сортом ржи и значительно изменяется в зависимости от экологических и метеорологических условий – таблица 6.4.

Таблица 6.4

Химический состав зерен ржи

Компонент	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Содержание,% от СВ	9,0-12,0	1,7-2,0	54-71	2-13	около2

Крахмал и некрахмалистые углеводы

Количество крахмала в зерне ржи составляет от 60 до 75%. Крахмал содержится в виде крахмальных зерен различного размера и формы. Клейстеризация крахмала ржи происходит при 55 градусов. Некрахмалистые полисахариды представлены гумми веществами, фруктозанами и целлюлозой. Слизи (гумми вещества) представляют собой полисахариды, в большинстве случаев, растворимые в воде. Содержание слизей в зерне колеблется в широких пределах – от 2,5 до 7,4 % от сухого вещества зерна. Содержание слизей в зерне ржи неравномерно. Наиболее богаты слизистыми веществами периферийные части зерна. К центру зерна содержание слизистых веществ уменьшается почти в два раза. Слизи зерна ржи очень легко набухают в воде и образуют вязкие растворы. Полисахариды фруктозы (фруктозаны) содержатся в зерне ржи в достаточно большом количестве – до 1,5% от СВ. Например, в зерне пшеницы их количество составляет около 0,3% .

В виду того, что рожь – голозерное зерно, содержание целлюлозы не велико (около 2%).

Азотсодержащие компоненты

Содержание белка в зерне ржи колеблется от 9 до 20%. Для пивоварения используется зерно с содержанием белка от 9 до 11,5%. Все фракции белков представлены в зерне равномерно таблица 6.5.

Таблица 6.5

Фракционный состав белков ржи (средние значения)

Фракции белка	Содержания в белке, % от СВ в белке
Альбумины	28,3
Глобулины	20,8
Проламины (глиадинины)	25,8
Глютелины	17,2
Прочие	8,5

Качественный и количественный состав белков ржи очень сложный и непостоянный. Белки зерна в связи с более высоким содержанием незаменимых аминокислот - лизина, треонина и финилаланина – более ценные в пищевом отношении, чем белки зерна пшеницы. Аминокислотный состав отдельных частей зерна ржи неодинаков. Белки алейронового слоя и зародыша значительно отличаются по составу от белков эндосперма. Они содержат больше лизина, гистидина, тирозина и серина. Их биологическая ценность значительно выше, чем белков эндосперма.

Минеральные вещества

Количество минеральных веществ во ржи колеблется от 1,5 до 2,5%. В таблице 6.6 приведены данные по содержанию некоторых минеральных компонентов в зерне. Основная часть золы приходится на фосфаты калия,

кальция и магния. Большое количество минеральных компонентов содержится в алейроновом слое, в частности в гранулах фитина.

Таблица 6.6

Содержание минеральных веществ во ржи

Вещества	Содержание, мг /100г на СВ
Фосфор	380
Калий	520
Кальций	70
Магний	130
Железо	9
Медь	0,9
Марганец	7,5

Рожь, как и другие зерновые культуры, является важным источником таких витаминов, как тиамин, ниацин, никотиновая кислота, рибофлавин, пиридоксин, пантотеновая кислота и токоферол – таблица 6.7. Эти компоненты главным образом содержатся в зародыше, щитке и алейроновом слое зерновки.

Таблица 6.7

Содержание некоторых витаминов во ржи

Витамины	Количество, мг/100 г СВ
Тиамин (В ₁)	0,13-0,78
Рибофлавин (В ₂)	0,10-0,80
Токоферол (Е)	Около 10

6.3. Тритикале

Тритикале представляет собой гибрид пшеницы и ржи. Этот злак используют для получения солода. В зерне тритикале в зависимости от сорта содержится (% на СВ): крахмала – 62,13-66,70 %, белка – 9,75-14,80 %, гумми-веществ – 1,72-3,48 %, гемицеллюлоз – 5,45-7,28%, жира 2,1-2,5%, зольных элементов – 1,7-2,20 %.

Углеводы

Крахмал тритикале отличается от крахмала пшеницы и ржи низким содержанием амилазы (23,7%). Отличительной особенностью является наличие в тритикале специфического углевода ржи – трифруктозана.

Белки

По содержанию белка зерно тритикале превосходит не только зерно ржи, но и зерно пшеницы. Более высокое содержание белка в зерне тритикале объясняется его повышенной щуплостью и относительно большим содержанием богатых белком алейронового слоя и зародыша. По фракционному составу белки тритикале в основном занимают промежуточное положение между белками зерна ржи и пшеницы, приведено в таблице 6.8. Зерно тритикале содержит меньше аминокислот, отрицательно сказывающихся на коллоидной стойкости пива, по сравнению с пшеницей - таблица 6.9.

Таблица 6.8

Состав белковых фракций тритикале

Белковые фракции	Массовая доля, % от содержания белка
Альбумины	5-10
Глобулины	6-7
Проламины	30-37
Глютелины	15-20

Таблица 6.9

Среднее содержание аминокислот в белках цельносмолотой муки из пшеницы и тритикале, (г аминокислоты на 100г общего азота)

Аминокислоты	Пшеница	Тритикале
Метионин	9,4	6,0
Фенилаланин	28,2	28,6
Цистин	15,9	7,9
Глютаминовая кислота	186,6	152,8
Пролин	62,1	52,1

7. МЕЛКОЗЕРНЫЕ КУЛЬТУРЫ**7.1 Сорго**

Сорго в качестве несоложенного материала пока не используется в производстве продуктов брожения. Однако эта культура после солодоращения широко применяется в пивоварении в странах, где ячмень и пшеница не могут расти, либо дают низкие урожаи из-за засушливого климата. Основные площади посева сорго на зерно в РФ сосредоточены в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах. Во многих районах этих регионов сорго способно давать урожай зерна выше других зерновых культур более чем в два раза. Важно, что сорго не содержит токсичных для больных целиакией белки, подобные глютену пшеницы.

7.1.1. Анатомическое строение сорго

Сорго (*Sorghum bicolor* L.) – род однолетних и многолетних растений семейства злаковых. Зерно за счет содержания в эндосперме таннинов имеет различную окраску (бурую или красную). Входит в группу мелкозерных зерновых культур.

Ядро сорго состоит из трех основных анатомических частей: перикарпия (наружный слой), эндосперма и зародыша. Относительные пропорции этих структур различны. Перикарпий состоит из трех слоев. Наружный слой, как правило, покрыт тонким восковым налетом. Средний слой или мезокарпий варьируется по толщине от нескольких клеток с не большим количеством гранул крахмала до трех-четырёх слоев клеток, содержащих большое количество гранул. Сорго является единственным злаком, который в этой анатомической части содержит крахмал, приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Химический состав зерна сорго и его анатомических частей (средние значения, % от СВ)

Зерно и его части	Соотношение частей зерна	Белок	Крахмал	Жир	Зола
Целое зерно	100,0	12,3	79,8	3,6	1,65
Эндосперм	82,3	12,3	82,5	0,6	0,37
Зародыш	9,8	18,9	13,4	28,1	10,36
Оболочки(пленки)	7,9	6,7	34,6	4,9	0,02

7.1.2. Химический состав сорго

Для производства пива большое значение имеет эндосперм и содержание в нем крахмала, а также количество белка. Как видно из таблицы 7.1 эндосперм составляет более 80% от массы зерна. Это положительно сказывается на выходе экстракта, который может составлять в зависимости от сорта от 65 до 80%. Крахмальные зерна имеет размер от 1 до 10 мкм. Соотношение амилоза/амилопектин равно 20-30/80-70. В связи с тем, что зерно сорго содержит много крахмальных зерен малой величины (около 1 мкм) возникает проблема с затиранием солода.

Пищевые волокна входят в состав клеточных стенок оболочек и эндосперма. Их количество в среднем составляет 2,6%. Они представлены целлюлозой, лигнином и гемицеллюлозой.

В белок зерна сорго преобладают щелочерастворимая фракция – глютелины – таблица 7.2. Высокое содержание глобулинов может снижать коллоидную стойкость пива.

Таблица 7.2

Фракционный состав белка зерна сорго

Фракция	Содержания, % от СВ в белке
Альбумины	10
Глобулины	27
Проламины	17
Глютелины	45

Благодаря большому содержанию незаменимых аминокислот белок сорго имеет высокую биологическую ценность, которая, однако, ниже многих злаков, используемых в пивоварении – таблица 7.3.

Сорго содержит провитамин – каротин, количество которого в зависимости от сорта различается. В зёрнах с красной и жёлтой окраской больше каротина, чем в зёрнах с белой окраской.

По сравнению с кукурузой и ячменём, содержание макро- и микроэлементов в зерне сорго выше. В нём содержится в 1,5 раза больше кальция, в 4 и 1,3 раза соответственно калия и магния, чем в зерне кукурузы.

По макроэлементному составу ячменное зерно почти идентично сорговому, а по содержанию основных микроэлементов сорго не уступает ячменю и превосходит кукурузу.

7.1.3. Технологические аспекты применения сорго

Масса 1000 зёрен сорго колеблется в пределах 10-70 г; в пивоварении применяются сорта сорго, в которых этот показатель превышает 30 грамм.

Таблица 7.3

Аминокислотный скор белка основных зерновых культур

Незаменимые аминокислоты	Зернопродукты					
	Сорго	Ячмень	Гречиха	Рис	Кукуруза	Пшеница
Валин	0,56	1,12	0,95	1,02	0,84	0,82
Лейцин	1,49	1,20	0,89	1,43	1,86	0,91
Изолейцин	0,43	0,88	1,17	-	0,75	0,88
Лизин	0,23	0,58	1,15	0,05	0,40	0,55
Метионин+цистин	0,3	0,39	1,06	0,96	0,96	-
Треонин	0,35	0,92	0,80	0,99	0,70	0,67
Триптофан	0,12	1,45	2,16	1,29	0,70	1,07
Фенилаланин+тирозин	0,87	1,67	1,13	1,30	1,22	1,15

Температура клейстеризации крахмала сорго лежит в пределах 70-80°C, поэтому при использовании этого злака применяется метод затирания с отварками, также практикуется использование ферментных препаратов. Кроме того проблема переработки сорго связана с тем, что гранулы крахмала окружены рогоподобной оболочкой, препятствующей действию амилаз. Существенные отличия в составе клеточных стенок эндосперма сорго и ячменя хорошо видны в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Состав клеточных стенок эндосперма, % по СВ

Компоненты	Сорго	Ячмень
β-Глюкан	28	70
Пентозаны	4	25
Белок	62	5

7.2. Просо

Имеются сведения об использовании просяного солода в пивоварении, в частности, он используется для приготовления пива в Северо-восточной Африке.

Просо или пшено (*Panicum*) относится к роду однолетних или многолетних растений семейства злаковых. Размеры зерна колеблются от 2,0 до 3,1 мм по длине, 1,5-2,5 мм по ширине и 1,2-2,1 мм по толщине. Абсолютная масса 1000 зерен изменяется в пределах 5,5-7,2 г.

7.2.1. Анатомическое строение зерна проса

Одной из отличительных особенностей проса является высокая пленчатость, обусловленная цветочными пленками, содержание которых может достигать до 23%. Они не срстаются с ядром (за исключением небольшого участка у зародыша) и легко удаляются. Ядро снаружи покрыто тонкими полупрозрачными плодовой и семенной оболочками (около 3% от СВ зерна). Цветковые пленки и плодовая и семенная оболочки богаты клетчаткой, пентозанами, минеральными веществами – таблица 7.5. В алейроновом слое содержится значительное количество жира, белка, клетчатки и минеральных веществ. Эндосперм проса состоит из крупных клеток, в которых находятся мелкие крахмальные гранулы. Эндосперм может быть мучнистым и стекловидным. Пигмент, определяющий окраску проса, находится, главным образом, в стекловидной его части. Зародыш проса весит около 3% от веса ядра, содержит свыше 22% жира, значительное количество белка и сахара.

Таблица 7.5

Состав анатомических частей зерна проса (% на СВ)

Анатомическая часть зерна	Крахмал	Клетчатка	Сахариды	Жир	Зола	Прочие,
Зерно	57	13	0,5	4,5	3,5	8,1
Цветковые пленки	-	53	0,3	0,7	13,0	28,5
Ядро без зародыша	72	0,6	0,5	3,9	1,2	7,8
Зародыш	-	4,0	13,0	22,0	7,0	29,0

7.2.2. Химический состав зерна

В связи с большим числом сортов проса химический состав зерна очень варьируется – таблица 7.6. Крахмал проса имеет высокую температуру клейстеризации (70-80⁰С) В белке проса преобладают проламины, на долю которых может приходиться до 77% от общего содержания белковых веществ. Эти соединения переходят в дробину и практически не влияют на коллоидную стойкость напитков. Количество альбуминов и глобулинов в просо не превышает 20% – таблица 7.7. С одной стороны, это благоприятно сказывается на коллоидной стабильности, но с другой может являться причиной низкой пеностойкости пива. Одной из особенностей проса является высокое содержание в некоторых сортах жировых веществ - таблица 7.7.

Таблица 7.6

Химический состав проса, % по СВ

Компонент	Значение
Углеводы	61,5-89,1
Белки	8,6-17,4
Пищевые волокна	1,4-7,3
Липиды	1,5-5,8
Зола	1,6-3,6

Таблица 7.7

Фракционный состав белка проса

Фракция белка	Содержание, % от общего содержания в белке
Альбумин	2,3-9,2
Глобулин	4,1-7,5
Проламин	45,8-77,2
Глютелин	10,7-34,4

7.2.3. Технологические аспекты применения проса

Крахмал проса имеет высокую температуру клейстеризации, поэтому при его переработке следует применять метод затирания с отварками. В связи с тем, что в некоторых сортах проса содержатся цианиды использование несоложеного зерна не безопасно.

8. ПСЕВДОЗЛАКИ. ГРЕЧИХА

Гречиха относится к псевдозлакам (семейство Polygonaceae, род *Fagopyrum*). В России из 15 видов наиболее распространен вид *Fagopyrum esculentum* (гречиха обыкновенная). По анатомическому строению зерно содержит оболочку (20-30% от СВ зерна), тонкий (до 1 мкм) алейроновый слой (3-5% от СВ), эндосперм (60-70% от СВ) и зародыш (10-15% от СВ)

8.1. Химический состав

Помимо компонентов, содержащихся во всех злаках, гречиха содержит до 0,08% бифлавоноида рутина. Основная масса рутина содержится в оболочках до 1% – таблица 8.1.

Таблица 8.1

Химический состав гречихи (% от СВ)

Компонент	Белок	Жи р	Крахмал	Клетчатка	Зола	Рутин
Содержание,% от СВ	12-18	2-5	65-74	10,9-14,7	2,0-2,2	0,004*-0,008

8.1.1. Крахмал

Крахмальные зерна гречихи варьируют по размерам. Крупные зерна имеют размер 9,7-11,7, средние – 4,0-6,5, мелкие – менее 4 мкм. Их морфология зависит от сортовых особенностей гречихи. В связи с этим температура набухания зерен также изменяется в широких пределах – от 55 до 75⁰С, при этом в отличие от других злаков поглощение воды происходит значительно дольше и занимает 4-5 часов. Температура клейстеризации крахмала гречихи выше 60⁰С и зависит от сорта, приведено в таблице 8.2. Так же от соотношения амилозы и амилопектина зависят такие показатели, как вязкость затора и степень набухания, чем больше амилозы, тем мельче зерна крахмала, тем больше вязкость затора и степень набухания.

Таблица 8.2

Влияние состава крахмала гречихи на температуру клейстеризации

Сорт гречихи	Полисахариды, (% от содержания в крахмале)		Температура клейстеризации, °С
	Амилоза	Амилопектин	
Аврора	24,8	75,2	63-65
Аэлита	21,6	78,4	60-65

Содержание крахмала в зерне колеблется в широких пределах 65-74%, зависит от сортовых особенностей гречихи и от года урожая. Содержание некрахмалистых углеводов в среднем составляет 14% –таблица 8.3.

Таблица 8.3

Углеводный состав гречихи, % по СВ (средние значения)

Компонент	Значение
Общее содержание углеводов	70,6
Общее содержание моно-, ди- и трисахаридов	1,2
Гемицеллюлозав	3,7
Клетчатка	10,8
Крахмал	70
Пектин	Не обнаружен

8.1.2. Белки

Зерно гречихи в среднем содержит около 11% сырого протеина, основная часть которого (до 50%) содержится в зародыше. Особенностью фракционного состава белков гречихи является очень низкое содержание в них проламина и глютелина – таблица 8.4, с этим связана его антиаллергентность для больных целиакией. Аминокислотный состав белков гречихи свидетельствует о более низком содержании в нем серосодержащих кислот, которые понижают коллоидную стойкость напитков –таблица 8.4.

Таблица 8.4

Состав белковых фракций гречихи

Фракция	Содержания, % от общего азота
Альбумины	22-23
Глобулины	43-45
Проламины	1,1-1,2
Глутелины	12,3- 10,5

Таблица 8.5

Аминокислотный состав белков гречихи (г/100г белка, средние значения)

Аминокислоты	Ячмень	Гречиха
Метионин	0,3	1,5
Фенилаланин	4,9	4,1
Цистин	0,5	2,2
Глютаминовая кислота	28,3	14,4
Пролин	7,0	3,7

8.1.3. Жиры и другие соединения

Жиры гречиха содержат по сравнению с ячменем и рисовой сечкой в 2 раза больше триглицеридов, в 1,5 раза больше жирных кислот. Причем полиненасыщенных кислот в 3 раза больше

Минеральный состав гречихи мало отличается от других злаков. В отличие от ячменя и риса зерно содержит β -каротин, который также как рутин является антиоксидантом.

8.2. Технологические аспекты применения гречихи

Высокое содержание некрахмалистых полисахаридов может являться причиной более низкой, по сравнению с ячменем, коллоидной стойкости напитков. Высокое содержание ненасыщенных жирных кислот может быть причиной низкой пеностойкости и сенсорной стабильности пива.

Гречиха редко используется в качестве несоложенного материала. Известно, что без использования ферментных препаратов в засыпь можно вносить до 25% гречихи.

В настоящее время ведутся исследования по получению солода из гречихи и его использования в производстве напитков.

9. ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Для расширения ассортимента, выпускаемой продукции и немедленного реагирования на потребительский спрос, а также для регулирования вкуса и характеристик всех сортов пива, можно использовать экстракты (синонимы сиропа, патока), полученные из зерна или солода.

9.1. Сиропы

Технология сиропов (экстрактов) включает дробление солода, затирание, фильтрацию, варку, декантацию. Полученное сусло концентрируется выпариванием до требуемого содержания сухих веществ (60-80%).

Содержание контаминирующей микрофлоры составляет (клетки/ г): общее количество бактерий – менее 10 тыс, плесень – менее 100 клеток, дрожжи – менее 100 клеток. В связи с низкой контаминацией сиропа можно добавлять в конце процесса кипячения сусла с хмелем.

9.1.1. Диастатические и недиастатические сиропы

Для корректировки плотности сусла используются диастатические и недиастатические сиропы, данные по ним приведены в таблице 9.1.

Диастатические солодовые сиропы

Представляют собой солодовые экстракты, содержащие амилолитические ферменты, активность которых колеблется от 40 до 300 ед WK. Диастатические сиропы применяются для ускорения гидролиза крахмала. Технология их получения включает солодоращение ячменя, высушивание солода, экстракцию и выпаривание до содержания сухих веществ 80-83%. Сироп добавляется при использовании солода низкого

Таблица. 9.1

Характеристика сиропов для корректировки плотности сусла

Торговая марка	Массовая доля СВ, %		Цветность 10% раствора, ед ЕВС	рН
	Экстрактивность	Сбраживаемые сахара		
BS1	80-83	-	5-10	5-6,25
MEQ	80-83	-	5-10	5-6,25
ME1P	80-83	-	5-10	5-6,25
SFXP	80-83	-	16-20	5-6,25
Экстракт фирмы «LMT»	65-67	58-66	60-130	5-6

качества и несоложенного сырья на стадии затирания и благодаря высокой ферментативной активности сироп способствует ускорению осахаривания крахмала и повышению величины конечной степени сбраживания сусла.

Недиастатические солодовые сиропы

Применяются для увеличения выхода сусла и повышения его плотности в высокоплотном пивоварении. Добавление солодовых сиропов в конце варки позволяет получить пивное сусло с заданным содержанием сухих веществ, аминного азота, минеральных веществ, значением рН и цветностью.

9.1.2. Сиропы для корректировки цвета и запаха

В таблице 9.2 приведены характеристики сиропов, которые используют для корректировки вкуса и цвета. Данный вид сиропов не имеет диастатической активности. Их цвет может колебаться от 30 до 9500 ед. ЕВС, массовая доля сухих веществ – 74-82. Однако известны сиропы и с меньшим содержанием сухих веществ. Например, в таблице 9.2 приведены данные по сиропу Clarimalt, который получают путем водной экстракции обжаренного ячменя с последующим выпариванием воды, содержит 45-50% СВ.

Сиропы, добавляют в сусло перед последней фильтрацией, изменяя тем самым характеристики сусла. Это позволяет из одной варки получить сусло для нескольких различных сортов пива, отличающихся по цветности и вкусу.

Таблица. 9.2

Характеристика сиропов для корректировки вкуса и цвета

Торговая марка	Массовая доля сухих веществ, % СВ		Цвет-ть, ед ЕВС	рН	Уд. вес, г/мл	Технологические аспекты
	Экстрактивность	Сбраж. сахара				
Rye malt extract	74-78	55-65	1500-2500	4-5	1,35-1,4	Получают из ржаного солода, придает пиву ржаной вкус и коричневый оттенок
Dark work extract	78-82	55-65	8500-9500	3,5-4,5	1,35-1,40	Получают из ячменного солода, придает напиткам красно-коричневый цвет
Tradimalt	65-82	-	130-1100	3,5-5,0	-	Вносится в сусло перед последней фильтрации
Clarimalt 9k	45-55	-	800-1000 (10% p-p)	3,7-4,5	-	На любой стадии технологического процесса
Clarimalt 18k	45-55	-	1600-1800 (10% p-p)	3,7-4,5	-	На любой стадии технологического процесса

9.1.3. Охмеленные солодовые экстракты

Для пивоварен малой производительности предлагаются в качестве основного сырья для получения пива использовать солодовые и охмеленные экстракты, применение которых исключает из технологического процесса стадии хранения сырья, помол, затирание. Кроме того исключаются проблемы, связанные с конверсией и утилизацией дробины. Характеристика охмеленных солодовых экстрактов для некоторых типов пива дана в таблице 9.3.

Таблица 9.3

Характеристика охмеленных солодовых экстрактов фирмы «ЭДМЕ»

Торговая марка	Массовая доля сухих веществ, % СВ	Цветность, ед ЕВС, (10% раствор)	рН
Light Lager	80-83	2-6	5-6,25
Pilsner	80-83	5-10	5-6,25
Ale (Bitter)	80-83	16-20	5-6,25
Light Ale	80-83	5-10	5-6,25
Dark Ale	80-83	30-50	5-6,25
Stout	80-83	120-180	5-6,25
Wheat	80-83	5-10	5-6,25

9.1.4. Глюкозо-мальтозные сиропы

В пивоварении используют глюкозо-мальтозные сиропы, которые также называют патокой. Глюкозо-мальтозные сиропы применяют для

частичной замены солода, замены сахара-песка и насоложенных материалов. Это дает возможность значительно увеличить объем выпускаемой продукции при незначительных затратах.

Глюкозо-мальтозные сиропы – термин, который используется для обозначения сиропов, содержащих углеводы, сбраживаемые дрожжами (глюкоза, мальтоза, мальтотриоза) и малое количество азота или вообще не содержащих его.

Сироп производят путем двухступенчатого ферментативного гидролиза кукурузного или пшеничного крахмала. Крахмальное молочко проходит процесс гидролиза при температуре 120°C и pH 1,6. Реакция останавливается добавлением кальцинированной соды, для денатурации белка величина pH доводится до 4,7. Белок удаляется при фильтрации. Затем жидкость охлаждают до 60°C и добавляют 2 фермента: AMG и β-амилазу, которые способствуют образованию углеводов необходимых для пивоварения спектра. Затем патока обрабатывается активированным углем для улучшения цвета и выпаривается до содержания сухих веществ 80%.

Различают три типа глюкозо-мальтозных сиропов – таблица 9.4:

- сиропы с высоким содержанием мальтозы (1 тип);
- сиропы с очень высоким содержанием мальтозы (2 тип);
- высоко конверсионные сиропы (3 тип).

В пивоваренной промышленности нашли применение 1 и 2 тип сиропов. В таблице 9.5 дана спецификация на сироп 1 типа.

Таблица 9.4

Показатели качества мальтозного сиропа "Cargill"

Наименование показателя	Нормы по ТУ
Внешний вид	Некристаллизованная вязкая прозрачная желтоватая жидкость
Вкус и запах	Сладкий, без постороннего вкуса и запаха
Цвет	От бесцветного до бледно-желтого EBC не более 1.0 EBC
Прозрачность	Прозрачная EBC не более 1.0 EBC
Массовая доля сухих веществ, %	72-81
Массовая доля редуцирующих веществ, %	32-62
Углеводный состав, % по массе	Мальтотриоза -17 Мальтоза - 53 Глюкоза - 8 Олигосахара -22
Массовая доля золы в пере- счете на сухое вещество, %	0.5
pH	4.5-5.3
Массовая доля SO ₂ , мг/кг	Не более 25
Цвет йодной пробы	Желтый различных оттенков
Состав продукта	Однокомпонентный

9.2. Порошки из солода

Известны порошкообразные ржаные и ячменные солодовые экстракты, которые получают путем высушивания распылением. Характеристики таких порошков приведены в таблице 9.6. Эти продукты применяют для получения красно-коричневых оттенков и специфического вкуса при приготовлении напитков. Порошки можно добавлять на любой из стадий процесса пивоварения.

Таблица 9.5

Состав различных типов сиропов

Тип	Глюкоза, %СВ	Мальтоза, %СВ	Мальтотриоза, %СВ
1	3-6	46-58	10-24
2	1-2	70-80	10-20
3	35-46	31-46	7-15

Таблица 9.6

Характеристика порошкообразных экстрактов

Торговая марка	Массовая доля сухих веществ, % СВ	Цветность, ед ЕВС, (10% раствор)	рН
Clarimalt 17k	94-99	1700 -1900	3,7-4,5
Clarimalt 34k	94-99	3200 -3500	3,7-4,5
Finn malt flour	94-99	3200 -3500	3,7-4,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аннемюллер Г., Мангер Г.-Й. Несоложеное сырье в пивоварении: Свойства, подготовка, применение. – СПб, Профессия, 2015.– 192с.
2. Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе.– Киров: ООО «Орма», 2013.– 288с.
3. Большаков А.З. Время чествовать сорго – Ростов-на-Дону: ЗАО «Ростиздат», 2008. – 60 с.
4. Бушук В., Кэмпбелл У.П., Древис Э. и др.; Пер. с англ. В.И. Дашевского, Н.А. Емельяновой. Рожь; Производство, химия и технология. – М.: Колос, 1980. – 247с.
5. Бэмфорт Ч. Новое в пивоварении Ч. Бэмфорт (ред.) пер. с англ. И.С.Горожанкиной, Е.С.Боровиковой. – СПб.: Профессия, 2007. -55-67с.
6. Каримова О.Р. с соавт. Групповой состав фенольных соединений, извлекаемых из плодовых оболочек гречихи посевной. Вестник Башкирского университета. 2011. Т.16. №4 с.67-72.
7. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368с
8. Киселев В.Е. Коваленко В.И. , Минаева В.Г. и др. Гречиха как источник флавоноидов. Новосибирск: Наука Сиб. Отд.. 1985. – 97с.
9. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции. Всесоюз. акад. с.-х. наук. им. В.И. Ленина. – М.: Колос, 1982. – 271с.
10. Косминский Г.И. Научно-практические основы совершенствования технологии солода, пива, напитков брожения с использованием нетрадиционного сырья и новых культур микроорганизмов. Автореферат дис. на соискание уч.ст. доктора технических наук. Москва. – 2001. – 69с.
11. Кретович В.Л. Биохимия растений. Учеб.-2-уизд. М.:Высшая школа, 1986.-503с.
12. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива. Пер с нем.СПб, Профессия, 2001. – 912с.
13. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении – СПб.: Профессия 2003. – 304с.
14. Нарцисс Л. Пивоварение т.2. Технология приготовления суслу: пер. с нем. М.: НПО «Эливар», 2003. – 365с.
15. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения. перевод с нем. Под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко.- СПб.: Профессия, 2007.- 584с.
16. Пищевая химия Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр.-СПб.: ГИОРД, 2003.- 640с.
17. Рядчиков В. Г. Улучшение зерновых белков и их оценка В. Г. Рядчиков. М. : Колос, 1978. – 368с.

18. Химический состав пищевых продуктов. Кн.1и2: Справочные таблицы Под ред. Скурихина И.М. и Волгарева М.Н.- 2-е изд.М.: Агропромиздат, 1987.-360с.
19. Handbook of cereal science and technology Second edition. Revised and expanded by K.Kulp – CRC Press. 2000. – P. 449
20. Химический состав зерна овса Agro-portal.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://agro-portal.ru/oves/2607-himicheskiy-sostav-zerna-ovsa.html>
21. WWW.hleb-product.ru

Приложение 1

Шотландский и ирландский эли – Scottish and Irish Ale

Существуют различные разновидности шотландских и ирландских элей:

Шотландское экспортное - Scottish Export

Ирландский красный эль - Irish Red Ale

Крепкий скотч эль - Strong Scotch Ale

Таблица П1.1

Физико-химические характеристики элей

Сорт пива	Горечь пива, ед. IBU	Цвет пива, ед EBC	Плотность начального сусла	Плотность пива	Концентрация этанола, % об
Шотландское экспортное	15 - 30	9 - 17	1.040 - 1.054	1.010 - 1.016	3.9 - 5.0
Ирландский красный эль -	17 - 28	9 - 18	1.044 - 1.060	1.010 - 1.014	4.0 - 6.0
Крепкий скотч эль -	17 - 35	14 - 25	1.070 - 1.130	1.018 - 1.030+	6.5 - 10

Таблица П1.2

Состав засыпи

Сорта пива	Состав засыпи		Требования к жесткости воды
	Солод	Несоложенные материалы	
Шотландское экспортное	Светлый ячменный, пшеничный	жареный ячмень, сахар.	мягкая
Ирландский красный эль	Ячменный, красящие	кукуруза, рис или сахар, жареный ячмень.	мягкая
Крепкий скотч эль	глубоко-модифицированный пэйл, кристаллический, копченый	жареный ячмень (не более 3%).	мягкая

В таблицах П1.3, П1.4 приведены сенсорные характеристики «Шотландского» и «Ирландского» элей.

Таблица П1.3

Сенсорные характеристики пива Шотландского экспортного

Показатели	Характеристика
Цвет	от темно янтарного до темно медного
Прозрачность	прозрачное с блеском
Пена	сливочная пена
Цвет пены	от грязно белого до светлого желтовато-коричневого
Пеностойкость	средняя
Характерный аромат	солодовый, карамельный, дымный аромат, который связан со штаммовыми особенностями дрожжей, а не с солодом
Фруктовые ароматы	Низкие или отсутствуют
Диацетильный аромат	не считается пороком
Хмелевой аромат	слабый
Характерный вкус	сладкий (из-за используемого солода), земляной или дымный
Хмелевая горечь	от низкой до средней
Хмелевой вкус	слабый или отсутствует
Солодовая горечь	от низкой до средней

Таблица П1.4

Сенсорные характеристики пива Ирландского красного эля

Показатели	характеристика
Цвет	от янтарного до темного красновато медного (большинство образцов имеет глубокий красноватый оттенок)
Прозрачность	прозрачное
Пена	невысокая
Цвет пены	от грязно-белого до желтовато-коричневого
Характерный аромат	солодовый, карамельный, шоколадный, маслянистый, аромат ирисок
Солодовый аромат	от низкого до среднего
Диацетильный аромат	не считается пороком
Хмелевой аромат	слабый или отсутствует
Характерный вкус	сладкий (из-за используемого солода), вкус тоста с маслом или ирисок
Хмелевая горечь	низкая
Хмелевой вкус	очень слабый или отсутствует
Солодовая горечь	средняя

Таблица П1.5

Сенсорные характеристики пива Крепкого скотч эля

Показатели	Характеристика
Цвет	от светло медного до темно коричневого, с глубоким рубиновым отливом
Прозрачность	прозрачное
Пена	большая
Цвет пены	желто-коричневую пену
Пеностойкость	низкая
Характерный аромат	солодовый, карамельный, торфяной, земляной и/или дымный, диацетильный, спиртовой
Диацетильный аромат	не считается пороком
Фруктовые ароматы	средние (присутствуют в более крепких версиях)
Хмелевой аромат	слабый или отсутствует
Характерный вкус	сладкий (из-за используемого солода), дымный, ореховый, спиртовой, сливы, изюм или сухофрукты
Хмелевая горечь	Не выражена
Хмелевой вкус	незначительный
Солодовая горечь	средняя

Овсяный стаут

Существуют следующие типы стаутов:

Сухой стаут (Dry stout)

Сладкий стаут (Sweet Stout)

Овсяный стаут (Oatmeal Stout) и др.

Физико-химические характеристики овсяного стаута даны в таблице П1.6, состав засыпи – таблице П1.7, органолептические характеристики – таблице П1.8.

Таблица П1.6

Физико-химические характеристики

Сорт пива	Горечь пива, ед. IBU	Цвет пива, Ед. EBC	Плотность начального сусла	Плотность пива	Концентрация этанола, % об
Овсяный стаут	25 - 40	22 - 40 и более	1.048 - 1.065	1.010 - 1.018	4.2 - 5.9

Таблица П1.7

Состав засыпи

Сорта пива	Состав засыпи		Карбонатная жесткость
	Солод	Несоложенные материалы	
Овсяный стаут	светлый ячменный, карамельный, жженный	Овес до 10%	жесткая

Таблица П1.8

Сенсорные характеристики Овсяного стаута

Показатели	Характеристика
Цвет	от коричневого до черного
Прозрачность	мутное
Пена	густая, кремообразная
Цвет пены	от желто-коричневой до коричневой
Пеностойкость	высокая
Характерный аромат	солодовый, кофе и/или шоколада, овсянки, напоминает кофе со сливками
Хмелевой аромат	отсутствует или низкий
Диацетильный аромат	не считается пороком
Характерный вкус	сладкий, овсянки (ореховый, зерновой или земляной привкус), напоминает молочный шоколад или кофе со сливками
Хмелевая горечь	средняя
Солодовая горечь	высокая

Кёльш – Kolsch

Пиво Кёльш – Kolsch относится к типу **альтбир** ([нем.](#) *Altbier* или коротко *Alt*)

Таблица П1.9

Физико-химические характеристики типов альтибра

Тип пива	Горечь, ед. IBU	Цвет, ед. EBC	Плотность сусла	Плотность пива	Концентрация этанола, %об
Кёльш	20 - 30	3.5 – 5,0	1.044 - 1.050	1.007 - 1.011	4.4 - 5.2

В рецептуре используется до **20% несоложенной пшеницы**, хмель сортов Hallertau, Tettnang, Spalt или Hersbrucker. Для этого пива характерно применение мягкой воды. Сенсорные характеристики пива приведены в таблице П1.10.

Примерами данного сорта пива являются Paeffgen, Sion, Peters, Dom, Reissdorf, Gaffel, Goose Island Summertime, Crooked River Kolsch, Harpoon Summer Beer, Capitol City Kolsch

Таблица П1.10

Состав засыпи

Сорта пива	Состав засыпи		Карбонатная жесткость
	Солод	Несоложенные материалы	
нап	светлый ячменный, карамельный, жженный	Овес до 10%	жесткая

Таблица П1.11

Сенсорные характеристики пива Кёльш

Показатели	Характеристика
Цвет	светло золотистый
Прозрачность	прозрачное с блеском
Пена	Пена компактная
Цвет пены	белая
Пеностойкость	низкая
Характерный аромат	с очень тонкими фруктовыми ароматами (яблоко, вишня или груша), винный
Солодовый аромат	низкий или отсутствует
Сернистые ароматы	очень слабые или отсутствуют
Хмелевой аромат	очень слабый
Диацетильный аромат	считается пороком
Винные ароматы	не являются дефектом
Характерный Вкус	мягкий, сладковатый, округленный
Хмелевая горечь	средняя

Приложение 2

В таблице П2.1 приведена характеристика некоторых сортов пива низового брожения в рецептуру которых входят несоложенные злаки, к примеру **Легкий американский лагер - Light American Lager**. В рецептуру пива входит до 40% шестирядного ячменя, рис и кукуруза.

Таблица П2.1

Органолептические показатели Легкого американского лагера

Показатели	Характеристика
Цвет	от очень светлого соломенного до светло золотистого
Прозрачность	очень прозрачное
Цвет пены	белая
Пеностойкость	высокая
Характерный аромат	зерновой, сладкий или кукурузный
Запах солода	слабый или отсутствует
Хмелевой аромат	либо отсутствует, либо ощущается его легкое, пряное или цветочное присутствие
Эфирные ароматы	легкие
Диацетильный аромат	считается пороком
Характерный вкус	свежий и сухой вкус с незначительным уровнем сладости (солодовой)
Хмелевая горечь	от низкого до средне низкого
Солодовая горечь	легкая
Кислотность	незначительная
Эфирный вкус	считается пороком

Темный американский лагер - Dark American Lager

Несколько более сладкая версия стандартного/премиум лагера. В рецептуру пива входят пильзнерский, карамельный, темный солода, двух - или шестирядный ячмень, кукуруза или рис, красящие вещества. Органолептические показатели приведены в таблице П2.2.

Таблица П2.2

Органолептические показатели темного американского лагера

Показатели	Характеристика
Цвет	от темно янтарного до темно коричневого, с рубиновым оттенком
Прозрачность	очень прозрачное
Цвет пены	светлая, желто-коричневая
Пеностойкость	низкая
Характерный аромат	солодовый, хмелевой, цветочный, цитрусовый, дрожжевой, ДМС, фруктовый, зеленых яблок
Солодовый аромат	слабый или отсутствует
Хмелевой аромат	слабый или отсутствует
Дрожжевой аромат	легкий
Диацетильный аромат	считается пороком
Характерный вкус	сладкий, солодовый, карамельный, кофе, мелассы и какао, фруктовый
Хмелевая горечь	низкая или отсутствует
Хмелевой вкус	низкий или отсутствует
Сладость	от слабой до средней
Фруктовые эфиры	легкие

Меледина Татьяна Викторовна
Матвеев Игорь Валерьевич
Федоров Александр Валентинович
Несоложеное сырье в пивоварении:

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

