

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СПИРТСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ)

Данный реферат является практическим руководством по приготовлению спиртосодержащего сырья (бражки, виноматериала) из различных сельскохозяйственных продуктов (крахмалосодержащих и сахаросодержащих). Изложенная технология предполагает применение простейших устройств и средств контроля. В реферате даны рекомендации и пояснения по каждому этапу приготовления бражки: солодоращению, приготовлению дрожжей, подготовки сырья, развариванию, осахариванию и проведению брожения, что позволяет каждому самостоятельно разработать, контролировать и осознанно корректировать процесс приготовления бражки из конкретного сырья, имеющегося в хозяйстве. Приведены примеры самостоятельной разработки рецептуры приготовления бражки. Реферат будет полезен садоводам, фермерам и другим специалистам, перед которыми возникают задачи комплексной и безотходной переработки сельскохозяйственного сырья, кто ведет свое хозяйство прилежно и экономно.

Реферат составлен с использованием следующей литературы:

1. Ильинич В.В., Устинников Б.А., Бурачевский И.И., Громов С.И.; под ред. В.В. Ильинича. Технология спирта и спиртпродуктов. М.: ВО "Агропромиздат", 1987. - 383 с.
2. Технология спирта. /[В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников и др.]; под ред. В.А. Смирнова. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -416с.
3. Фертман Г.И., Шойхет М.И. Технология продуктов брожения. - М.: Высшая школа, 1976. - 343 с.
4. Домашняя кладовая. Составители: В. Донцов, В. Бакланов, В. Бродов, Н. Михайлов. - М.: Воскресенье, 1992. - 432 с.
5. Секреты приготовления спирта и крепких напитков в домашних условиях. Автор -составитель: А.М. Шитов. - М.: ТОО "Л-Л", 1993. - 112 с.
6. Гладиллин Н.И. Руководство по ректификации спирта, Пищепромиздат, 1952 -516с.
7. Инструкция по технологическому и микробиологическому контролю спиртового производства. Изд. 6-ое, 1986г. - 399 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	1
1. Приготовление сусла.....	2
1.1. Подготовка и учет сырья.....	3
1.2. Приготовление сусла из крахмалосодержащего сырья....	4
1.3. Приготовление сусла из сахаросодержащего сырья.....	5
1.4. Коррекция сусла.....	5
1.5. Вода.....	6
2. Технология солода.....	6
2.1. Подготовка зерна.....	6
2.2. Ращение солода.....	6
2.3. Сушка зеленого солода.....	7
2.4. Приготовление солодового молока.....	7
3. Приготовление дрожжевого затора.....	7
3.1. Дрожжи.....	7
3.2. Дрожжевой затор.....	7
3.3. Самодельные дрожжи.....	7
3.4. Дрожжевой затор из чистой культуры.....	8
3.5. Дрожжевой затор из прессованных дрожжей.....	8
4. Сбраживание сусла.....	8
5. Влияние качества сброженного сырья на состав спирта-сырца и ректификата.....	9
6. Примеры расчета рецептов.....	11
7. Рекомендации по хим.обработке спиртосодержащего сырья	14

ВВЕДЕНИЕ

Спирт образуется при сбраживании простых сахаров дрожжами. Принципиальная схема технологического процесса производства спирта приведена на рис.1. Любое исходное сырье для приготовления спирта делится на две группы:

-сахаросодержащее (нетоварный сахар, сахарный смет -отходы, меласса, сахарная свекла, топинамбур, ягоды, фрукты, и т.д.), требующее минимальных усилий при приготовлении бражки -лишь извлечение сахара из сырья в

раствор и осуществление процесса сбраживания сахаров в спирт, удельный вес которого составляет около 0,8 кг/л при 20°С:

При этом (1кг) САХАР + ДРОЖЖИ=сбраживание=>(0,511 кг=0,639л) СПИРТА;

-крахмалосодержащее (картофель, зерно и т.д.), для которого, по сравнению с первым, необходимы дополнительные подготовительные этапы -разваривание и осахаривание крахмала (и солодоращение): при этом (1кг) КРАХМАЛ + ФЕРМЕНТ=осахаривание=>(1,1кг) САХАРА.

Промышленные ферментные препараты альфаамилаза и глюкоамилаза могут быть заказаны на спиртовых и биохимических заводах, а также в фонде «Процессы и аппараты пищевых производств» или заменены на солодовое молоко.

В зависимости от вида сырья и технологической схемы сбраживания практический выход достигает 80-90% от теоретического.

В таблице 1 приведены ориентировочные значения практического выхода пищевого спирта-ректификата в литрах из одной тонны исходного сырья.

Таблица 1

Выход спирта из различных видов сырья при 15% потерь на всей технологической цепочке

Вид сырья	Спирт Л/г	Вид сырья	Спирт л/т	Вид сырья	Спирт л/т	Вид сырья	Спирт л/т
Крахмал	605	Кукуруза	420	Рожь	300	Сахар	453
Горох	220	Купырь	80	Сорго	440	Виноград	110
Гречиха	430	Овес	260	Фасоль	340	Инжир	110
Желуди	210	Просо	250	Чечевица	310	Меласса	270
Картофель 20	120	Пшеница	330	Чистяк	70	Свекла/с	100
Картофель 15	90	Пшено	400	Чумиза	360	Топинамб.	120
Каштаны/к	210	Рис	460	Ячмень	350	Яблоки	60

Реальные величины выхода в значительной степени зависят от содержания крахмала или сахара в реальном сырье, а также от соблюдения того технологического процесса приготовления бражки, который описан в данном руководстве, и от требований, предъявляемых к качеству получаемого спирта.

Для приготовления бражек можно использовать некондиционное сырье:

частично подгоревшее зерно, подгнившие фрукты, мороженный картофель и т.п. Однако при этом необходимо помнить, что чем выше качество исходного сырья, тем выше качество и получаемого из него спирта.

Спирты типа "Люкс" и "Экстра" могут быть получены лишь из зернового сырья (кроме бобовых культур) с добавлением картофеля (количество крахмала картофеля в смеси не должно превышать 35%), а водки, поставляемые на экспорт, приготавливаются из спиртов этих же сортов, полученных только из зерна в здоровом состоянии (см. ГОСТ 5962-67).

1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ СУСЛА

Задача этого технологического этапа приготовления бражки состоит в том, чтобы из имеющегося в хозяйстве сырья (сахаро- или крахмалосодержащего или из их смеси) приготовить раствор сахара, пригодный для сбраживания - называемый суслом или затором.

Правильно подготовленное сусло должно иметь:

- концентрацию сахаров в пределах 16-20% (вкус уверенно сладкий);
- кислотность в пределах 4,5 - 5,8 рН (вкус слабо кислый);
- достаточное количество питательных (азотистых и фосфорных) веществ для жизнедеятельности дрожжей.

Концентрацию сахаров (или концентрацию сухого вещества - СВ) в предварительно профильтрованном сусле измеряют с помощью сахаромера или ареометра (денсиметра). В таблице 2. приведено соответствие между показаниями этих приборов. Сусло с концентрацией выше 18% СВ сбраживать не рекомендуется, так как в этом случае невозможно достичь полного выбраживания сахаров - возникает «недоброд», что напрямую снижает выход спирта, а брожение заторов с концентрацией сахаров менее 10% может перейти в уксусное, т.е. привести их к "прокисанию" - полной потере спирта.

Таблица 2.

Концентрация сахаров, %	1	12	14 1 15	16	17	19	20
Плотность р-ра сахара, г/мл (кг/л)	1,002	1,047	1,056 1,060	1,064	1,068	1,072	1,081

Важное значение для процесса брожения имеет кислотность сусла, которую определяют с помощью универсальной индикаторной бумаги, которая изменяет свою окраску в зависимости от кислотности раствора.

Содержание в сусле азотистого и фосфорного питания для дрожжей зависит от сырья, из которого оно приготовлено. Сусло, приготовленное из крахмалосодержащего сырья (за исключением чистого крахмала), обычно имеет полный комплект этих веществ. Сахар или мелассу лучше перерабатывать в смеси с крахмалосодержащим

сырьем, а если они перерабатываются самостоятельно, то обязательно требуется внесение дополнительного минерального питания (см. раздел 1.4.).

Таким образом, сусло можно приготавливать из смеси любого сырья в любых пропорциях: крахмалосодержащее с крахмалосодержащим и сахаросодержащее с крахмалосодержащим, лишь бы оно отвечало изложенным выше требованиям.

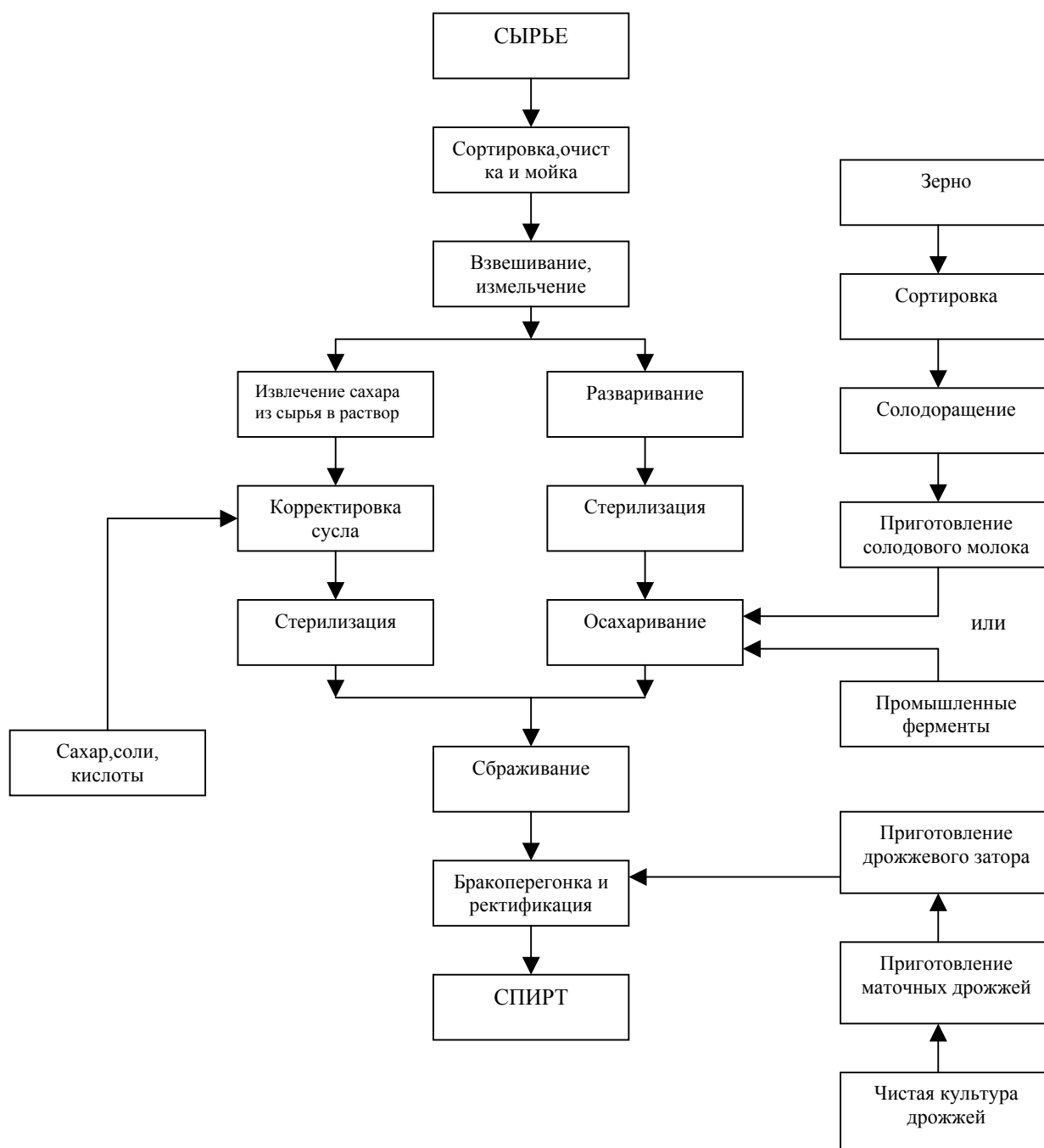
1.1. Подготовка сырья.

Все виды зерна и бобовых предварительно очищают от пыли, земли, камней, металлических и других примесей с помощью просеивания, сит и магнитов. Далее сырье необходимо измельчить (смолоть) так, чтобы бы проходило (просеивание) через сито с размером отверстий 1 мм составляло 85-95%, а для кукурузы - не менее 90-95%. Можно использовать готовую муку.

Картофель, топинамбур и сахарную свеклу освобождают от крупных комьев земли, камней, соломы, ботвы и металлических предметов, моют и измельчают на молотковой дробилке или терке (топинамбур можно раскрошить). Размер частиц должен быть не более 3 мм.

Фрукты и ягоды отделяют от косточек, мякоть разминают деревянной толкушкой. Подготовленное сырье взвешивают с целью расчета рецептуры и корректировки в дальнейшем технологического процесса приготовления бражки и учета выхода спирта.

Технологическая схема производства спирта



1.2. Приготовление суслу из крахмалосодержащего сырья.

Крахмалосодержащее сырье включает все сельскохозяйственные зерновые и бобовые культуры, а также картофель. Основная ценность этого вида сырья заключается в наличии в нем крахмала, сахара и азотистых веществ (белки) см. таблицу 3.

Таблица 3.

Средний химический состав зерна, бобовых и картофеля (в % по массе)

Культура	Крахмал	Сахар	Белки	Культура	Крахмал	Сахар	Белки
Бобы	50-58	-	10-32	Пшеница	48 -66	2-3	10-14
Горох	20-48	4-5	19-34	Рис	73 -76	1-2	7-14
Гречиха	68-72	-	7.9	Рожь	46 -55	4-7	7-12
Картофель	10-25	-	1.5-2.2	Сорго	70 -73	-	10-13
Кувквуза	58-69	4-8	8-9	Чечевица	47 -57	-	23-32
Овес	34-45	2-3	10-13	Чумиза	55 -63	1-2	12-14
Просо	42-65	-	11-14	Ячмень	43 -55	2-3	6-9

Основными технологическими этапами при приготовления суслу из этого сырья являются - разваривание, стерилизация и осахаривание. Разваривание и осахаривание проводятся с добавлением ферментов. Общее их количество расходуемое на 1 л суслу, равно 1000 ед. АС (амилолитическая способность фермента) или 100-120 мл солодового молока, приготовленного из 25-30 г белого солода (50-60 г зеленого).

Разваривание. К измельченному сырью приливают горячую воду 50-55°C (к картофелю - кипятком) и тщательно перемешивают. Количество воды берут с таким расчетом, чтобы после осахаривания готовое суслу имело 16-18% сахара по сахаромеру.

Теоретически (как было показано во введении) 1 кг крахмала под действием ферментов превращается в 1,11 кг сахара, таким образом, для получения раствора сахара 18% концентрации (плотность 1,072 кг/л, см. таб.2) необходимо 5,06 л воды на каждый кг крахмала, находящегося в сырью (см. таб.4). В указанное количество воды входит и вода, вносимая в суслу с солодовым молоком (или раствором фермента) и влагой сырью (последнее относится картофелю и подмоченному зерну).

Таблица 4.

Нормы расхода воды на каждый кг сухого сырью в зависимости от % содержания в нем крахмала.

Крахмал %	Вода л	Крахмал %	Вода л	Крахмал %	Вода л	Крахмал %	Вода л
15	0.76	35	1.77	55	2.78	75	3.80
20	1.01	40	2.02	60	3.04	80	4.05
25	1.26	45	2.28	65	3.29	85	4.30
30	1.52	50	2.53	70	3.54	100	5.06

В полеченную кашку добавляют 1/5 часть приготовленного фермента. Смесь постепенно подогревают при постоянном перемешивании до температуры клейстеризации: зерновое сырье до 65-70°C, а картофельное - до 90-95°C, для растворения и разваривания крахмальных зерен, выдерживают при этой температуре 2-3 часа. Затем вновь подогревают до 95-98°C и выдерживают в течении 15-20 мин.

Стерилизация. Разваренное суслу кипятят в течении 30-40 минут. Суслу из подпорченного сырью стерилизуют более продолжительное время 1-1,5 часа.

Осахаривание. Разваренную массу охлаждают до температуры осахаривания 57-58°C и добавляют в нее остальную часть (4/5) ферментов, перемешивают и выдерживают при этой температуре до полного осахаривания. Поддержание температуры особенно важно для этого процесса, т.к. понижение температуры увеличивает время процесса и способствует развитию бактерий, а увеличение температуры выше 70°C разрушает ферменты в результате чего осахаривание полностью останавливается.

Время осахаривания крахмальных молекул разного сырью различно и изменяется от 30 мин (картофель) и 1,5 ч (кукуруза, пшеница,) до 2 ч (ячмень). Указать более точное время осахаривания трудно, т.к. оно полностью зависит от степени измельчения сырью, температуры и длительности разваривания, активности и количества внесенных ферментов.

Полноту осахаривания проверяют йодной пробой. При полном осахаривании окраска капли фильтрата суслу от прибавления к нему капли йода не должна, изменяться, что свидетельствует о полном распаде крахмала на простые сахара. Красный цвет свидетельствует о наличии в сусле большого количества декстинов (часть крахмальной молекулы, но еще не сахар), сине-фиолетовый указывает на присутствие неосахаренного крахмала. Цветовое окрашивание суслу характерно только при использовании солода, при осахаривании промышленными ферментами окраска может оставаться светло-коричневой, однако вкус суслу после полного осахаривания должен быть уверенно сладкий, а его концентрация - 16-18% по сахаромеру.

Если осахаривание проходит плохо, необходимо более тонкое измельчение исходного сырью, повышение температуры и увеличение времени клейстеризации, лучшее перемешивание замеса с ферментами или увеличение их количества.

1.3. Приготовление суслу из сахаросодержащего сырья.

Ценность этого вида сырья определяется наличием в нем сахара (см. таб.5) и веществ, необходимых для жизнедеятельности дрожжей. Переработка этого сырья осуществляется по упрощенной схеме (исключаются стадии разваривания и осахаривания (см. рис.1). Для приготовления суслу достаточно перевести сахар, содержащийся в этом сырье, в раствор. Для извлечения сахара можно применить экстрагирование (диффузию).

Содержание сахаров в плодах и ягодах.

Таблица 5.

Сырье	Сахар %	Сырье	Сахар	Сырье	Сахар %
Абрикосы	5-6	Груши	8-16	Рябина/ч	6-7
Айва	6-7	Изюм *	65-68	Свекла/с	12-18
Брусника	4-5	Крыжовник	8-10	Слива	7-12
Виноград	14-22	Куррага *	35-40	Топинамбур	18-20
Вишня	7-11	Малина	6-7	Чернослив *	30-35
Вишня *	28-32	Меласса	48-62	Яблоки	9-11

*- сушеные плоды.

Приготовление диффузионных соков обычно применяется при переработке сахарной свеклы, топинамбура, сушеных плодов и ягод и осуществляется одно- или многоступенчатым способом.

Измельченное сырье заливают кипятком до полного покрытия его водой и перемешивают. За счет диффузии сахар сырья переходит в добавленную воду. Через 45-50 минут концентрации сахара в воде и в сырье выравниваются, и процесс диффузии прекращается. Сок отцеживается с одновременным прессованием мезги - это одноступенчатый способ, при котором мезга содержит еще большое количество сахара.

Для более полного извлечения сахара из сырья полученный сок сливается в новую порцию измельченного сырья, в котором концентрация сахара выше, чем в соке, а отпрессованная мезга вновь заливается кипятком - так реализуется двухступенчатый способ вымачивания. Трехступенчатый способ реализуется аналогичным образом.

Приготовленный диффузионный сок проверяют на концентрацию сахара и стерилизуют в течение 40 минут. Сок из плодов можно получать прессованием на винтовом прессе или при помощи соковыжималок различных марок. Поскольку сок многих плодов и ягод отжимается с большим трудом, то перед прессованием рекомендуется предварительная обработка, например, частичное подбраживание.

Плоды или ягоды раздавливают. Из небольшого количества этой кашицы отцеживают сок и определяют в нем концентрацию сахара сахарометром или по табл.7. Затем добавляют дрожжевой затор или ждут самозабраживания кашицы на собственных дрожжах, находящихся в сырье (виноград). Под действием дрожжей клеточные оболочки полностью разрушаются, сок полностью переходит в суслу, а мезга с пузырьками углекислого газа всплывает наверх плотным слоем. В процессе брожения суслу следует несколько раз перемешать. Через 1-2 суток суслу процеживают, мезгу отпрессовывают, а полученный сок сливают в бродильную емкость. Для более полного извлечения сока отпрессованную мезгу следует залить небольшим количеством кипяченой воды при комнатной температуре и через 3-6 часов после возобновления брожения мезгу отпрессовать, а полученный сок влить в бродильную емкость и продолжить брожение.

Если для приготовления суслу используется только сахар или меласса, то необходимо приготовить их водный раствор с несколько большей концентрацией: для сахара - 20% СВ, используют 170-190 г на один литр воды; для мелассы 25% СВ (т.к. в мелассе 80% СВ и только 48-62% сахарозы, плотность 1,30-1,42), на один килограмм мелассы добавляют 4 литра воды.

1.4. Коррекция суслу.

Если приготовленное суслу не отвечает указанным выше требованиям, то производится его коррекция.

Сахар. Отклонения концентрации сахара в суслу возникают из-за ошибок в расчете рецептуры, неполного осахаривания крахмала или отсутствия точных данных о его содержании в исходном сырье, малой сахаристости исходных плодов. Если концентрация сахаров в суслу выше нормы, то в суслу добавляется вода, если ниже - добавляется сахар, меласса или более концентрированное суслу.

Кислотность. Если суслу имеет недостаточную кислотность, то его подкисляют молочной сывороткой, серной, лимонной, уксусной или ортофосфорной кислотами. Суслу, приготовленное из некоторых ягод и фруктов, может иметь очень высокую кислотность, из-за которой даже при низкой концентрации сахара брожение протекает чисто (без образования уксусных бактерий), но очень медленно.

Питательные вещества. Обычно суслу, приготовленное из любого растительного сырья (и особенно из крахмалосодержащего), содержит достаточное количество азотистых и фосфорных минеральных веществ, необходимых для питания дрожжей и поэтому не требует коррекции.

Недостаточное количество этих веществ, как правило, имеют суслу, приготовленные из тростниковой (черной), сахаротростниковой и рафинадной меласс, тростникового сахара-сырца и дефектного белого сахара в смеси со свеклосахарной мелассой или отдельно. Поэтому на практике это сырье рекомендуют перерабатывать в смеси с зерновым или картофельным. При невозможности такой переработки расход питательных веществ для дрожжей на 1 кг сбраживаемых сахаров указанных видов сырья составляет:

- для меласс: ортофосфорная кислота (70%) или диаммонийфосфат - 3.3г;
карбамид или сернокислый аммоний - соответственно 9 и 20 г;

для "чистых сахаров": сульфат аммония - 1,5-2 г; суперфосфат - 3-4г, для азотистого питания - 25% раствор аммиака - 0.4мл/л. В качестве питательной среды можно использовать автолизат дрожжей (прессованные дрожжи 200 - 300г смешать с 0,5 л воды, довести до кипения и кипятить при перемешивании 15 минут).

1.5. Вода.

Вода имеет важное значение при изготовлении спирта. Она должна отвечать гигиеническим требованиям, предъявляемым к питьевой водке, быть прозрачной, бесцветной, не иметь запаха и постороннего привкуса, а кроме того, мягкой, с малым содержанием солей магния и кальция.

Кипяченную воду применять не следует, потому что в ней почти нет растворенного воздуха, необходимого дрожжам. Природная вода не всегда удовлетворяет требованиям, предъявляемым к питьевой воде, в этих случаях воду подвергают очистке отстаиванием и фильтрованием через специальные угольные фильтры.

Для проведения всех технологических процессов переработки пищевого сырья в спирт наиболее благоприятная кислотность воды (рН 4,5-5,5). Такая реакция воды способствует более полному осахариванию крахмала и сбраживанию сула. В щелочной среде в процессе брожения образуется глицерин, в нейтральной развариваются кислотообразующие бактерии. Кислотность воды определяют универсальной индикаторной бумагой. Микробиологическая чистота воды требуется во всех случаях. Практически микробиологически чистой можно считать воду из артезианских колодцев и из сети городского водоснабжения.

2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЛОДА

Солод - продукт искусственного проращивания зерен злаков, содержащий активные вещества - ферменты. Эти вещества и определяют способность солода расщеплять (осахаривать) крахмал на простые сахара. Активность ферментов смешанного солода составляет 25-30 ед.ас на 1 г сухого солода.

Для обеспечения быстрого и полного осахаривания солод применяется в виде солодового молока, приготовленного из смеси ячменного (50%), просяного (25%) и овсяного (25%) солодов, причем просяного и овсяного солодов должно быть в сумме не менее 30%. Допускается применять смесь из двух солодов: ячменного и овсяного или просяного. Ячменный солод можно заменить ржаным полностью или частично, а просяной - солодом чумизы. Категорически запрещается использовать солод, выращенный из перерабатываемого на спирт сырья, например, ячменный солод при производстве бражки из зерна ячменя.

Свежеубранное зерно можно использовать для приготовления солода не ранее чем через 2 месяца.

Лучшее время для проращивания солода весна и осень, так как при высоких температурах летом вырастить хороший солод затруднительно.

2.1 Подготовка зерна.

Отбор зерна.

Только хорошее зерно позволяет получать солод высокого качества. При отборе зерна для солода следует руководствоваться следующим: зерно должно быть полностью зрелым и иметь светло-жёлтый цвет; зерна должны быть крупного размера, полны, тяжеловесны и не иметь примесей сорных трав; внутренность зерен должна быть рыхлая, белая и мучнистая; при погружении в воду зерна должны тонуть. Хорошее зерно для солода должно иметь всхожесть не менее 92% (8 непроросших зерен из 100). После сортировки зерно моют в горячей воде при температуре 50-55°C для удаления пыли, мякины и других примесей, которые всплывают при погружении зерна в воду. При этом воду меняют не менее 2-х раз, последняя вода должна быть чистой и без мути.

2.2. Рашение солода.

Замачивание зерна.

Цель замачивания - увлажнить зерно и активизировать физико-химические и биохимические процессы.

Используемая сырая вода не должна быть слишком жесткой, так как чрезмерно высокая жесткость задерживает прорастание зерна и снижает активность его ферментов. Зерно замачивают в небольшом количестве воды (так, чтобы вода лишь покрывала слой зерна) при температуре 12-20°C.

Чтобы зерно имело достаточное количество кислорода для дыхания, воду следует менять: в теплое время года - через каждые 6 часов, а в холодное - через 12-18 часов; после каждого слива воды зерно оставляют «отдыхать» на 3-4 часа. Эту операцию повторяют 2-3 раза.

Продолжительность замачивания определяется состоянием зерна, которое доводится до полного набухания - влажность 38-40% (т.е. его вес увеличивается в 1,6-1,7 раза). Признаки, которыми надо руководствоваться для прекращения замачивания: кожица зерна надтреснута и шелуха легко отделяется от мякоти; зерно при сгибании не ломается; при продольном сжатии между пальцами зерно расплывается без раскрошивания и без вытекания белой жидкости; обозначается росток. Если при сжатии зерно крошится, то оно недозамочено, если выделяется белая жидкость, то оно перезамочено.

Рашение.

Замоченное зерно рассыпают слоем 10-15 см и выдерживают (12-18 часов) до тех пор, пока температура в слое самосогревающегося зерна не поднимется до 20-24°C, после чего зерно ворошат (переворачивают и проветривают), для выхода углекислого газа и раскладывают более тонким слоем 2-5 см желательнее в ящики с сетчатым дном для прохода воздуха. Температуру проращиваемого зерна поддерживают путем ворошения (через каждые 6-12 часов) и высотой слоя так, чтобы в первые 2-е суток она составляла 19-20°C и постепенно снижалась к концу срока

проращивания до 13-14°C. При необходимости для поддержания влажности зерно опрыскивают водой (подкисленной серной кислотой до 0,5- 0,8%), прекращая увлажнение за 12 ч до окончания ращения солода.

При проращивании зерна активность и количество ферментов сначала увеличивается, а затем начинает спадать. Поэтому у различных культур имеется своя оптимальная продолжительность ращения: у ячменя и овса - 9-12 суток, у ржи - 6-8, у пшеницы - 7-8 и у проса - 4-6 суток.

Влажность готового солода обычно находится в пределах 40-50% (ячменный и овсяной 44-45%, ржаной 40-41%).

Основные признаки прекращения ращения: росток достиг величины 5-6мм; корешки достаточно развились, достигли длины 12-15мм и сцепились друг с другом, что не позволяет взять из кучи одно зерно, т.к. вместе с ним сплетутся еще несколько зерен; зерна утратили мучной вкус и при раскусывании хрустят и имеют приятный огуречный запах.

Свежепроросший солод называют «зеленым». Он имеет самую высокую активность ферментов и без значительного снижения качества может храниться при положительной температуре 4-6°C в течении только 2-3 суток. В связи с таким коротким сроком хранения зеленый солод либо готовят в количестве, необходимом для текущей работы, или при приготовлении впрок сушат.

2.3. Сушка зеленого солода.

Перед сушкой солод промывают слабым раствором серной кислоты (1%) для обеззараживания. Для сушки проросшие зерна рассыпают в теплом сухом помещении для подвяливания. При этом легко происходит влагоотдача до 12-15% влажности. Затем солод сушат в сушильне или духовом шкафу при температуре не выше 40°C до получения необходимой влажности 3-3,5%. Во время сушки часть ферментов разрушается, поэтому повышать температуру сушки солода не следует.

Солод, высушенный таким способом, называют «белым». Такой солод имеет достаточно высокую активность ферментов (80% зеленого солода), но самое главное - хорошо сохраняется. Для хранения ростки солода можно удалить, т.к. они не содержат ферментов. Для этого солод протирают руками, а затем провеивают или протряхивают с использованием сита. Хранят белый солод в сухом помещении в закрытой посуде.

2.4. Приготовление солодового молока.

Ферменты при приготовлении солодового молока выводятся из солода в раствор и имеют большую поверхность взаимодействия с крахмалом сусла. Для лучшего извлечения ферментов смешанный солод необходимо тонко измельчить, что можно сделать с помощью любого дробильного устройства: миксера с рубящей насадкой - для зеленого солода; кофемолки - для белого. В измельченный солод постепенно добавит теплой воды при температуре 25-30°C в соотношении на одну весовую часть зеленого солода 2 части воды, а на одну часть белого - 3 части воды. При добавлении воды необходимо постоянно перемешивать солодовое молоко миксером.

Солодовое молоко необходимо использовать сразу после приготовления. В крайнем случае допускается его хранение в течении 2-3 суток при температуре не выше 4-7°C.

3. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДРОЖЖЕВОГО ЗАТОРА

3.1. Дрожжи.

Сахара, содержащиеся в сусле, полученном из различного сырья, сбраживаются в спирт дрожжами. Дрожжи развиваются при температуре - от 5 до 38 °С, для нормальной жизнедеятельности требуется температура 29 - 30 °С, при температуре 50С дрожжи гибнут.

При повышении температуры дикие дрожжи и бактерии размножаются быстрее культурных. Так, при температуре 32 °С коэффициент размножения диких дрожжей в 2 - 3 раза, а при $t = 38^{\circ}\text{C}$, в 6 - 8 раз больше коэффициента размножения культурных рас дрожжей. Ускоренное развитие бактерий приводит к нарастанию кислотности в бражке, что также уменьшает выход спирта.

В качестве исходных дрожжей можно использовать:

- чистую культуру дрожжей, которая поставляется в пробирках, закрытых ватной пробкой и пергаментом;
- обычные хлебопекарные прессованные или сухие дрожжи;
- самодельные дрожжи.

3.2. Дрожжевой затор.

Дрожжевой затор приготавливают для того, чтобы привести в активное состояние и вырастить достаточное количество зрелых культурных дрожжей из небольшого количества "маточных" дрожжей. Это сокращает длительность основного сбраживания и уменьшает влияние «диких» дрожжей на качество бражки.

Для размножения дрожжей используется стерильное 12-15% сусло, которое лучше готовить из картофеля или ржи с большей (в 1.5-2 раза) дозировкой солода при осахаривании. Сусло, приготовленное из этого сырья, имеет наиболее полный и достаточный набор питательных веществ, необходимых для быстрого размножения дрожжей. Можно приготовить сусло и из сахара, но с добавлением азотистого и фосфорного питания для дрожжей: вода - 1,0 л, сахар - 150 г, хлористый аммоний - 0,5г, суперфосфат - 0,7 г, серная кислота (10%), лимонная или уксусная - 25 г. Перед стерилизацией сусло фильтруют через плотную ткань. Затем кипятят в закрытой ватным тампоном колбе в течение 20 минут и охлаждают естественным образом.

3.3. Самодельные дрожжи.

Две столовые ложки хмеля (сухие женские соплодия) залить 2 стаканами кипятка и варить 5-10 минут. Отвар процедить и вновь довести до кипения. В эмалированную посуду всыпать 1 стакан пшеничной муки и постепенно

вливать горячий отвар, тщательно смешивая его с мукой. Накрывать емкость полотенцем и оставить при комнатной температуре. Через двое суток дрожжи готовы. Хранить и использовать как прессованные дрожжи.

3.4. Дрожжевой затор из чистой культуры.

Дрожжевой затор из чистой культуры дрожжей готовят в несколько этапов по схеме: чистая культура => маточные => дрожжевой затор.

Чистая культура содержится в пробирках с твердой питательной средой. Открывать их до применения не рекомендуется во избежание заражения чистой культуры посторонними микроорганизмами из воздуха. До употребления пробирку можно хранить 30-40 дней в сухом месте при температуре не выше 15 °С.

Перед употреблением пробирку с чистой культурой тщательно протирают ватой, смоченной кипяченой водой, над пламенем обжигают ватную пробку и удаляют ее. Далее в пробирку с чистой культурой наливают примерно до половины стерильное 10-12% сусло. Затем закрывают ее ватным тампоном и выдерживают 12-14 часов при комнатной температуре. Отделившиеся дрожжи переливают в емкость с 0,5 литрами стерильного 10-12% сусла, а пробирку с оставшейся чистой культурой дрожжей опять убирают в холодильник.

Емкость оставляют на 16-18 часов для размножения маточных дрожжей при температуре 28-30°С. Затем созревшие маточные дрожжи переливают в емкость с 6 литрами стерильного 12-15% сусла. Через 16-18 часов (при достижении плотности 5-6% по сахаромеру) дрожжевой затор готов.

Пять литров дрожжевого затора используют для проведения основного брожения, а оставшийся 1 литр тут же используют как маточные дрожжи для следующего посева или сохраняют в течение 1-2 дней в холодильнике при положительной температуре 4-6°С для тех же целей. При соблюдении условий стерильности (емкостей и сусла) маточные дрожжи могут возобновляться из чистой культуры только один раз в 1-2 месяца при ежедневном изготовлении дрожжевых заторов.

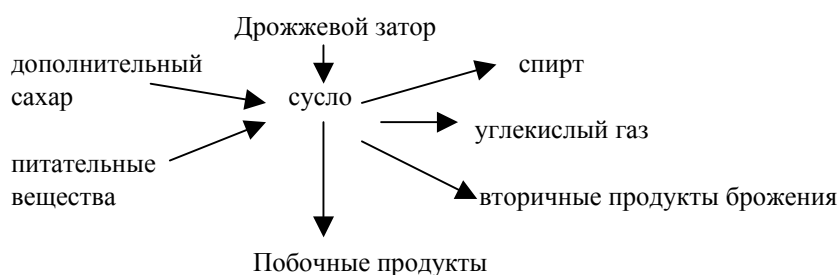
3.5. Дрожжевой затор из прессованных дрожжей.

Прессованные дрожжи продают в виде кусков в обертке; дрожжи должны быть специфического запаха, вкуса, цвета - беловато-желтого, мелкокрошащиеся. Обратите внимание на качество дрожжей, которое сильно влияет на качество бражки.

Дрожжевой затор готовится из размешанных в кипяченой воде прессованных дрожжей концентрацией 5,5-6%; такая концентрация получается, если развести 25г дрожжей в 75 мл воды. Сухих дрожжей берут в 3 раза меньше. Количество дрожжевого затора должно составлять 3-10% от объема сбраживаемого сусла, т.е. на 1 л сусла - 3- до 100мл.

4. СБРАЖИВАНИЕ СУСЛА

Для брожения можно употребить стеклянную, деревянную или металлическую (из нержавеющей стали) емкости. Первая удобна для начинающих в том отношении, что в ней видны все процессы, происходящие во время брожения. Чем больше по объему сосуд для брожения, тем лучше: соприкосновение с воздухом уменьшается, а процессы брожения и созревания менее подвержены влиянию извне. Отличными сосудами являются аптекарские емкости 20 или 10 л, особенно хороши - из темного стекла. Емкости перед употреблением должны быть хорошо вымыты, ошпарены кипятком или ополоснуты спиртом (можно несортовым). Сосуды для брожения должны быть снабжены бродильными шпунтами или затворами.

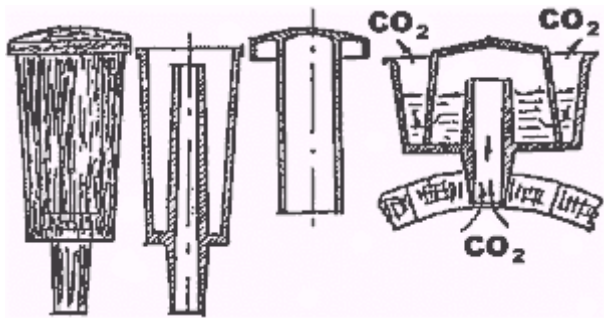


После стерилизации сусло охлаждают до температуры 20-25°С, переливают в бродильную емкость и вносят в него дрожжевой затор в количестве 3-10% от объема сусла.

Брожение имеет три стадии: начальное брожение-возбраживание, главное брожение и дображивание. В начальной стадии происходит насыщение бражки углекислым газом, температура повышается на 2-3°С, вкус остается сладким. При главном брожении бражка приходит в оживленное состояние начинается интенсивное выделение углекислого газа, на поверхности образуется пена, температура повышается до 30°С. Если температура продолжает повышаться, то требуется принудительное охлаждение, при 50°С дрожжи погибают, и брожение останавливается. При дображивании уровень бражки понижается, пена оседает, температура уменьшается до 25-26°С, вкус становится горько кислым. Конец брожения определяют по прекращению передвижения сбраживаемой среды, окончанию выделения углекислого газа и просветлению бражки.

Длительность брожения зависит от ряда факторов (качества компонентов сусла, отклонения от технологии и др.) и колеблется в пределах от 3 до 20 суток. Зрелая бражка обычно имеет кислотность рН 4,9... 5,2 и является многокомпонентной смесью, содержащей (в %): воды 82...90, сухих веществ 4...10, этилового спирта 5...12, остаточных сахаров (недоброд) не более 0,45 и сопутствующих примесей до 0,05. Качественный состав бражки может изменяться в зависимости от вида и качества исходного сырья и соблюдения технологии его переработки.

Концентрацию спирта в бражке определяют в дистилляте, полученном после отгонки его из бражки на специальном приборе, состоящем, в частности, из 2-х колб и прямогочного стеклянного холодильника, а также электроплитки (см. литературу 7).



БРОДИЛЬНЫЕ ШПУНТЫ



САМОДЕЛЬНЫЕ ЗАТОРЫ

5. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СБРОЖЕННОГО СЫРЬЯ НА СОСТАВ СПИРТА-СЫРЦА И РЕКТИФИКАТА.

Сырой спирт, получаемый после перегонки бражки, помимо этилового спирта, содержит примеси, являющиеся побочными продуктами нормального спиртового брожения (альдегиды и сивушные масла) и продуктами нежелательных бактериальных брожений (как, например, летучие кислоты). Кроме того, в спирте-сырце имеются вещества, образующиеся в процессе перегонки бражки в результате химического соединения спиртов и кислот в эфиры, а также вследствие окисления спирта в альдегиды.

Помеси спирта-сырца делят на четыре группы: эфиры, альдегиды, кислоты и высшие спирты; в каждый класс в свою очередь входит ряд веществ. Исследованием различных сортов спирта-сырца было установлено присутствие в нем свыше сорока веществ. Одни вещества находятся в спирте-сырце в минимальном количестве, другие - присущи только некоторым особым родам его, третьи - по химическому составу и свойствам близки к примесям, преобладающим в данном спирте-сырце, четвертые - легко выделяются при перегонке.

Сырой спирт, поступающий на ректификацию для очистки, тем легче очищается, чем меньше в нем примесей, или, как говорят, чем выше его ректификационное достоинство.

С этой точки зрения полезно выяснить происхождение примесей сырого спирта.

1. Часть примесей сырого спирта обуславливается качеством сырого материала для получения спирта. Любой технорук спиртового завода и ректификатор могут легко отличить сырой картофельный спирт от хлебного;

последний содержит терпены, придающие ему особый жгучий вкус, не свойственный картофельному. Легко отличить сырой хлебно-картофельный спирт от сырого паточного, который содержит неприятные на вкус и запах азотистые вещества, - продукты, получаемые при переработке свеклы на сахарном заводе.

2. Часть примесей сырого спирта обуславливается способом переработки сырья, из которого получается спирт-сырец. Известно, что сырой кукурузный спирт, полученный при варке кукурузы под высоким давлением, имеет гораздо более неприятный вкус, запах и труднее поддается ректификации, чем такой же спирт, полученный при затирании муки без давления.

Большое влияние на дегустационные особенности и химический состав спирта оказывают плохо отбродившие и зараженные заторы. В этом случае спирт получается хуже, чем из хорошо отбродивших заторов. Пенистое брожение плохо влияет на качество спирта.

Заторы, выделяющие сероводород, дают спирт худшего качества: однако не обнаружено, чтобы этот спирт, поскольку он не был выкурен из гнилого картофеля, имел плохой вкус и запах.

3. Нездоровые, ненормальные примеси оказывают огромное влияние на качество сырого спирта, значительно ухудшая его. Спирт, полученный из картофеля, подвергшегося гниению, сказывается плохим, часто с отвратительными вкусовыми и ароматическими свойствами; в тех случаях, когда картофель промерз, а затем оттаял и начал гнить, спирт также получается плохим по качеству. Спирт, полученный из картофеля, пораженного

картофельным раком, относится к неудовлетворительным как по дегустационным свойствам, так и по своему химическому составу. При переработке тухлой муки, порченой ржи, овса и пшеницы продукты разложения белков, жиров и пр. переходят из примесей в сырой спирт, и ректификация последнего значительно затрудняется. Технорук спиртового завода должен быть осторожен с переработкой горелых хлебов. Запах гари сообщается и сырому спирту, трудно отделяющемуся при ректификации. Поэтому такой горелый хлеб не следует перерабатывать отдельно, а в смеси с здоровым нормальным хлебом.

Следует также обращать внимание на засорения и примеси в перерабатываемом зерне. Так, например, примесь к зерну горчичного семени сообщает сырому спирту едкий, отвратительный запах.

4. Самая большая часть примесей сырого спирта, так называемые сивушные масла, состоящие из амилового спирта и его гомологов, как показали работы многих ученых, образуется из белковых и других азотистых веществ затора вследствие разложения их дрожжами при своей жизнедеятельности.

Чем больше дрожжевых клеток имеется в броющем заторе, тем выше содержание амилового спирта в сыром спирте.

Как известно, технорук спиртового завода для понижения потерь сахара должен работать с очень небольшим количеством дрожжей. Это полезно также и с точки зрения чистоты спирта. Спиртовые заводы, перерабатывающие патоку с продуванием воздуха, при котором происходит усиленное размножение дрожжей в заторе, получают сырой спирт худшего качества, с большим содержанием сивушных масел, чем паточные заводы, работающие без продувания воздуха.

5. Часть сивушных масел сырого спирта образуется вследствие действия некоторых бактерий. С этой точки зрения чистота на заводе, чистота солода, ведение чистого брожения имеет огромное значение. Рекомендуется вести брожение в бродильных чанах, имеющих плотную и гладкую поверхность, так как она затрудняет оседание и проникновение в их поры микроорганизмов, инфицирующих затор. Лучше всего в этом случае применить герметически закрытые емкости.

6. Альдегиды, наиболее трудно отделяемые примеси сырого спирта, образуются при брожении как первоначальный нормальный продукт разложения сахара, который потом переходит в окончательный продукт - спирт.

Образование альдегидов также возможно вследствие окисления алкоголя, имеющегося в бражке, кислородом воздуха: чем выше температура брожения, тем больше образуется альдегидов.

Паточные спиртовые заводы, ведущие брожение с проведением воздуха, получают сырой спирт со значительно более высоким содержанием альдегидов и труднее поддающийся ректификации, чем заводы, работающие без продувания воздуха. Наоборот, брожение без продувания воздуха и в герметически закрытых бродильных емкостях, т.е. доступа воздуха, получают сырой спирт с малым содержанием альдегидов, который, вместе с тем, будет давать сравнительно большой выход I сорта ректификата.

7. Часть посторонних примесей сырого спирта образуется при перегонках бражки в самом аппарате.

Конструкция перегонного периодического или непрерывно действующего аппарата (будь то одноколонный или двухколонный аппарат) точно так же влияет на качество получаемого спирта-сырца. Аппарат, дающий более высокую крепость спирта, гарантирует также и соответственно лучшее качество его. Спирт крепостью выше 92 % по объему будет чище спирта 85% по объему, полученного из той же бражки, потому что многие примеси сырого спирта при кипячении крепкой флегмы 91-92% по объему на верхних тарелках спиртовой колонны выделяются только в малом количестве в виде паров и, следовательно, не попадают ни в холодильник аппарата, ни в спиртоприемник. Эти примеси смываются вниз текущей сверху флегмой и попадают в барду. При кипячении флегмы крепостью в 70-75% по объему примеси эти уходят вместе со спиртовыми парами вверх, в холодильник, и загрязняют спирт. По этой причине полученный сырой спирт будет иметь больше примесей и даст гораздо меньший выход I сорта ректификата.

8. Общие замечания относительно состава и вкусовых свойств спирта - сырца.

Кислотность, количество альдегидов и эфиров не зависят от дегустационных свойств спирта-сырца.

Природа отдельных примесей и их количественное соотношение зависят от вида сырья (картофель, хлебные злаки, патока, фрукты и пр.), от методов приготовления затора и дрожжей, способа перегонки, применяемого при получении спирта-сырца, и его крепости.

Содержащуюся в спирте-сырце воду также следует считать примесью, по крайней мере, по отношению к чистому спирту. Примеси спирта-сырца имеют разную температуру кипения. Если расположить их в зависимости от этого фактора, то получится следующий ряд:

Таблица 6.

Примесь	Температура кипения (в С)	Примесь	Температура кипения (в С)
Уксусный альдегид	20,8	Изомасляноэтиловый эфир	110,1
Муравьиноэтиловый эфир	54,15	Бутиловый спирт	117,0
Уксуснометиловый эфир	56,0	Масляноэтиловый эфир	121,0
Уксусноэтиловый эфир	77,05	Оптическидеятельный амиловый спирт	128,0
Этиловый спирт	78,3	Изоамиловый спирт	132,0
Изопропиловый спирт	82,1	Изовалерьяновый эфир	134,3
Приполовый спирт	97,4	Амиловый спирт	137,0
Вода	100,0	Уксусноизоамиловый эфир	137,6
Ацеталь	102,9	Фурфурол	162,0
Изобутиловый спирт	108,4	Изовалерьяноизоамиловый эфир	196,0

По характеру выделения примесей при ректификации спирта-сырца их делят на две большие группы:

- 1) головные примеси, т.е. вещества более летучие, чем этиловый спирт;
- 2) хвостовые примеси - менее летучие, чем этиловый спирт.

К головным примесям относятся: уксусный альдегид, муравьиноэтиловый эфир, уксуснометиловый и уксусноэтиловый эфиры, объединяемые в заводской практике под названием альдегидов и эфиров.

Некоторые хвостовые примеси имеют маслянистый вид и не растворяются в воде, поэтому их называют маслами, а чаще - сивушными маслами.

Хвостовые примеси состоят главным образом из 1) гомологов этилового спирта: пропилового, изопропилового, бутилового, изобутилового, амилового, изоамилового спиртов; 2) сложных эфиров, образующихся под влиянием летучих кислот, и 3) соединений, очень близких к эфирным маслам.

Состав сивушных масел зависит от сырья, из которого получен спирт-сырец, и от методов его выработки.

Помимо групп головных и хвостовых примесей, различают группу промежуточных продуктов. В нее входят изомасляноэтиловый эфир, кипящий при 110,1 °С, и изовалерианоэтиловый эфир, кипящий при 134,3 °С. Эти примеси по своим физическим свойствам могут быть отнесены к головным или хвостовым примесям, в зависимости от крепости спирта.

Промежуточные продукты наиболее трудно отделяются от спирта-сырца. При обычно практикующейся очистке спирта перегонкой на периодически действующем ректификационном аппарате для перевода этих трудно отделимых примесей в легко отделимые требуется предварительная химическая очистка спирта-сырца.

В спирте-сырце имеются примеси, с трудом отделяющиеся при ректификации.

К числу их относятся, с одной стороны, примеси, обладающие температурой кипения, близкой к температуре кипения этилового спирта (уксусноэтиловый эфир), с другой, - примеси (уксусный альдегид) с температурой кипения, сильно отличающейся от температуры кипения этилового спирта, но обладающей способностью растворяться в нем и его парах.

В сыром спирте, кроме указанных выше веществ, которые более или менее изучены и легко определяются аналитически, имеются еще другие вещества: сюда относятся, например, органические производные аммиака (амины). Иногда плохая вода, употребляемая при рассиропке сырого спирта, является причиной порчи ректификата. Хороший сырой спирт может быть очищен ректификацией без применения каких-либо вспомогательных средств. Плохой спирт исправляют перед ректификацией действием различных химических реагентов. Из многих средств, предложенных для химической обработки или химической очистки, в практике наших заводов находят применение только два - очистка марганцовокислым калием и нейтрализация едким натром (каустической содой).

6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РЕЦЕПТОВ

Приведенные ниже примеры расчетов позволяют понять подход к составлению рецептов и позволяют каждому самостоятельно разрабатывать рецепты для любого сырья и их смеси и осознанно производить коррекции в реальном технологическом процессе при возникновении отклонений в контролируемых параметрах при приготовлении бражки и спирта.

Бражка из сахара.

ЗАДАЧА - приготовить 50 л бражки из сахара, с концентрацией раствора 20% СВ определить выход спирта, если потери составляют 20%.

РАСЧЕТ

- в сусле будет добавлен дрожжевой затор 3-10% его объема (принято 8%) $50 \cdot 0.08 = 4$ л

- для приготовления 50 л бражки необходимо приготовить $50 - 4 = 46$ л сусла

- 46 л 20% сусла весят (плотность сусла см. таб.2) $46 \cdot 1.081 = 49.726 = 50$ кг

- 50 кг сусла содержат сахара $50 \cdot 0.20 = 10$ кг

- для приготовления сусла необходимо к 10 кг сахара добавить воды $50 - 10 = 40$ кг = 40 л

СОСТАВ	Количество	Комментарий
Сахар	10 кг	20% СВ
Вода	40 л	
Суперфосфат	30-40 г	3,0-4,0 г/кг сахара
Сульфат аммония или карбамид (мочевина)	15-20 г 5-8 г	1,5-2,0 г/кг сахара 0,5-0,8 г/кг сахара

Вместо перечисленных химикатов в качестве комплексного питания для дрожжей можно добавить 1-2 л солодового молока или автолизат пекарских дрожжей (размешать в 0,5 л воды 300 г пекарских дрожжей, прокипятить 15 минут при перемешивании). Раствор подкисляют - см. п. 1.4 до кислотности pH = 5.

Дрожжевой затор 4 л 8 % сусла В

ВЫХОД- $5.2/10 = 0.52$ л/кг

(10 кг) САХАР = $(10 \cdot 0.639 \text{ л} = 6.39 \text{ л})$ СПИРТ теор. = $(6.39 \cdot (1 - 0.2)) = 5.1 \text{ л}$ СПИРТ прак.

Бражка из пшеницы.

ЗАДАЧА - приготовить 100 л бражки из зерна пшеницы (крахмалосодержание 65%), осахаривание произвести зеленым солодом, определить выход спирта (потери на всем технологическом процессе 15%).

РАСЧЕТ.

- сусло для сбраживания будет добавлен дрожжевой затор 8% - $100 \cdot 0.08 = 8$ л

- для приготовления 100 л бражки будет необходимо приготовить сусла $100 - 8 = 92$ л

- 92 л 18% сусла весят $92 \cdot 1.072 = 98.624$ кг (см. табл.2)

- 99 кг 18% сусла содержится сахара $99 \cdot 0.18 = 17.82$ кг

- 18 кг сахара получается из крахмала $18/1.11 = 16.2162162162$ кг

-16кг крахмала содержится в пшенице (65% крахмальности), вес которой $16.2/0.65 = 24.9230769231$ кг
 -на 16 кг крахмала потребуется всего воды $16*5.06 = 80.96$ кг = 81 л
 -для осахаривания 92 л суслу потребуется зеленого солода $92*60 = 5520$ г = 5,5 кг, в котором воды $5.5*0.4 = 2.2$ кг = 2.2 л
 -для приготовления солодового молока потребуется воды $5.5*2 = 11$ л, а всего солодового молока будет $11+5.5 = 16.5$ кг
 -для приготовления суслу потребуется добавить к 25кг пшеницы $81-11-2.2 = 8$ л воды

Таким образом:

СОСТАВ	Количество
Пшеница	25 кг
Вода	67 - 68 л
Солодовое молоко 16,5 кг -зеленый солод	5,5 кг

-вода для -сол. мол 11 л

Дрожжевой затор 8л

ВЫХОД - $9.9/25 = 0.396$ л/кг

(18кг)САХАР ($18*0.639 = 11,5$ л)СПИРТтеор.=($11,5*(1-0,15)= 9,7$ л)СПИРТпрак.

Бражка из ячменя и картофеля.

ЗАДАЧА - использовать 100 кг подмоченного ячменя (влажность 30%, крахмальность 50% от СВ) и 400 кг картофеля (крахмальность 15%) для приготовления бражки. Осахаривание произвести альфаамилазным препаратом (1500ед.АС/г). Определить выход спирта, если потери на всем технологическом процессе составят 10%.

РАСЧЕТ

- 100 кг зерна ячменя содержат:

воды - $100*0.3 = 30$ кг = 30 л; сухого вещества - $100-30=70$ кг, а крахмала $70*0.5= 35$ кг

-400 кг картофеля содержат: крахмала $400*0.15 = 60$ кг; воды не более $400-60 = 340$ л

- из всего крахмала $35+60=95$ кг после осахаривания получится сахара $95* 1.11 = 105.45$ кг

- из 105 кг сахара можно приготовить 18% суслу (плотность 1,072 см. табл.2) $105/0.18 = 583.33333$ кг = $583/1.072 = 543.84328$ л = 544 л

- в 583 кг суслу содержат воды $583-105 = 478$ кг = 478 л

- для осахаривания 544 л суслу потребуется альфаамилазного препарата $(544* 1000)/1500 = 362.66$ г = 0.4 кг

- если для введения в суслу 365 г фермента будет использовано, например, 1,6 л ($1.6-0.4=2$ кг), то для приготовления суслу необходимо воды $478-30-340*1.6 = 106.4$ л

-для брожения в суслу будет добавлен дрожжевой затор (6% суслу)

$544*0.06=32.64$ л=33л, т.е. будет приготовлено браги $544+33=577$ л

Таким образом:

СОСТАВ на 577 л бражки	Количество
Ячмень(50%) влаж. 30%	100 кг
Картофель(15%)	400 кг
Вода для разваривания	106 л
Раствор фермента	2,0 кг
Вода	1,6 л
фермент	365 г
Дрожжевой затор	33 л

ВЫХОД - $61.6/(100+400) = 0.1232$ л/кг (105.4кг)САХАР= ($105.4*0.639= 67.35$ л)СПИРТтеор. = ($67.35*(1-0.1) = 60,6$ л)СПИРТпрак.

Виноматериал из яблок и мелассы.

ЗАДАЧА - приготовить 50л бражки из яблок, сахаристость суслу скорректировать мелассой. Определить реальный расход яблок и мелассы на 50л бражки. Определить выход спирта (потери 20%) и рассчитать, сколько процентов спирта приходится на долю яблок и мелассы.

РАСЧЕТ

Перед проведением расчетов определим содержание сахара в реальных яблоках и количество отходов, не участвующих в брожении. Для этого возьмем 1 кг яблок и пропустим, например, через шнековую соковыжималку, которая перерабатывает яблоки в пюре и отделяет отходы (косточки, перепонки и кожура). Из полученного яблочного пюре отожмем сок и определим содержание сахара в соке с помощью сахаромера. Взвесим отходы.

Пусть после этой подготовительной операции получили сахаристость яблок - 9,5% и количество отходов 8%. Сахаристость яблок можно также определить из табл. 7. в г/л (среднестатистические значения).

Тогда:

-в суслу будет добавлен дрожжевой затор 6% его объема $50*0.06 = 3$ л

-для приготовления 50л бражки необходимо приготовить $50-3=47$ л суслу

-47л 18% суслу весят (плотность суслу см.таб.2) $47*1.072=50.384$ кг

-50 кг суслу должны содержать: сахара - $50*0.18=9$ кг (и воды: $50-9=41$ л)

-пусть для коррекции суслу будет введен раствор мелассы с 3 л воды, тогда для приготовления 47л суслу потребуется $47-3= 44$ л яблочного пюре

-44л яблочного пюре весят (плотность 1,036-9,5% сахара) $44*1.036=45.584$ кг из $45.5/(1-8/100) = 49.5$ кг яблок

-45,5 кг яблочного пюре содержат сахара $45.5 \cdot (9.5/100) = 4.3225$ кг
 -необходимо внести с раствором мелассы $9 - 4.3 = 4.7$ кг сахара
 -тогда потребуется мелассы (если в ней сахарозы 48%) $4.7 / (48/100) = 9.791$ кг $= 9.8 / 1.3 = 7.5$ л
 - выход спирта из яблок и мелассы поделится следующим образом:

яблоки (сахара 4,3) - $(4.3/9) \cdot 100 = 48\%$
 меласса (сахара 4,7) - $(4.7/9) \cdot 100 = 52\%$ Таким образом:

СОСТАВ на 50 л бражки	Количество
Яблоки(9,5%)	50 кг
Меласса(48%)	9,8 кг (7.5 л)
Вода для мелассы	3 л
Дрожжевой затор	3 л

Технология:

Яблоки перерабатываются на пюре (45,5кг), в пюре добавляется дрожжевой затор (3 л). После начала брожения через 16-12 часов отделяется мезга и в сусло добавляется стерилизованный водный раствор мелассы (7.5+3= 10,5л) и брожение продолжается.

ВЫХОД - $4.7 / (50 + 9.8) = 0.0786$ л/кг смеси.

(9кг)САХАР = $(9 \cdot 0.639 - 5.75 \text{л})$ СПИРТ_{теор} $(5.75 \cdot (1 - 0.2) = 4.6 \text{л})$ СПИРТ_{прак.} $= (4.5 \text{л})$ СПИРТ_{прак.}

Виноматериал из яблок летних сортов для получения спиртосодержания 12 % об.

Расчет проведен для переработки 100 кг яблок.

Из 100 кг яблок летних сортов получают 60 литров сока (0,6 л/кг) с сахаристостью 80 г/л и кислотностью 7 г/л - см. табл. 7.

Сок разбавлять водой не надо.

Сахара в нем содержится $80 \text{ г/л} \times 60 \text{ л} = 4800$ г. Для образования 12 % спирта в каждом литре исходного сока должно быть $205 + 215 \text{ г/л}$ сахара (16-18%) см. п.1.; таким образом, если принято 210 г/л требуется $210 \text{ г/л} \times 60 \text{ л} = 12600 \text{ г} = 12,6$ кг сахара; недостающее количество $12600 - 4800 = 7800 \text{ г} = 7,8$ кг добавляется в виде сахарного песка. Это количество вводят в 2 приема. Первый раз - до брожения - содержание его должно быть 150 г/л ; в нашем случае это составляет $150 \text{ г/л} \times 60 \text{ л} = 9000 \text{ г} = 9$ кг. Поскольку в соке его содержание 4800 , необходимо внести $9000 - 4800 = 4200$ г. На 9 - 10 сутки вносят остальное количество $7800 - 4200 = 3600 \text{ г} = 3,6$ кг. Сахар вносится как в сухом виде, так и сиропом (растворяют в небольшом количестве воды). Необходимые для жизнедеятельности дрожжей азотистые вещества вносят в виде 25 % раствора аммиака (нашатырный спирт) в количестве 0,2 - 0,4 г/л; если в продаже есть водный раствор аммиака 4 - 5 %, то его расход составляет 1,2 + 3 мл/л.

В нашем случае добавим $2 \text{ мл/л} \times 60 \text{ л} = 120 \text{ мл}$ нашатырного спирта.

Приготовленное сусло (смешанный сок, сахар и азотистое питание) пастеризуют при $t = 75 - 80$ °С в течении 20 минут, охлаждают до $20 + 25$ °С. Переливают в подготовленную емкость для брожения (см п...), чтобы ее объем был заполнен на 3/4 объема, вносят разводку чистой культуры дрожжей (см. п ...) - 2 - 3 % объема, т.е. $60 \text{ л} \times 0,03 = 1,8$ л.

Емкость с суслом должна бродить при $t = 20 + 25$ °С в течении 3-5

недель.

Таким образом, состав:

СОСТАВ	Количество
яблочный сок	60 л
сахарный песок	7,8 кг
азотистое питание	120 мл
дрожжевой затор	1,8 л

ВЫХОД - $12,6 \text{ кг сахара} = (12,6 \times 0,639 = 8,05 \text{ л})$

Спирт теор. = $8,05 \times (100 - 20) / 100 = 16,4$ пракг.

Таблица 7.

Содержание сахаров и кислот в плодах

Плоды и ягоды	Выход сока, л/кг	Средние показатели сока, г/л		Добавлять воды
		титруемая кислотность	сахаристость	
Вишня	0.650	16	100	нет данных
Крыжовник	0.700	21	50	1.2
Малина	0.600	12	80	нет данных
Рябина обыкновенная	0.500	25	40	нет данных
Рябина черноплодная (арония)	0.550	10	50	нет данных
Смородина белая и красная	0.700	20	60	1.050
Смородина черная	0.700	23	60	1.30
Слива	0.580	12	50	нет данных
Яблоки культурных сортов	0.600	7	80	•
Яблоки дикорастущие	0.520	13	50	нет данных

Облепиха	0.650	25	10	нет данных
Виноград	0.650	6.5	90	нет данных
Ирга (каринка)	0.450	-	50	нет данных
Ревень	0.580	25	-	нет данных

Бражка из смешанного зернового и бобового сырья (пример с коррекцией).

ЗАДАЧА - приготовить 200л бражки из смеси: рожь - 50%, кукуруза -30%, горох - 20% (по массе), причем процентное содержание крахмала и влаги в продуктах неизвестно. Осахаривание произвести белым солодом. Определить реальный расход смеси на 200л бражки и выход спирта из 1 кг смеси.

РАСЧЕТ

- в сусле для сбраживания будет добавлен дрожжевой затор (8%) $200 \cdot 0.08 = 16$ л
- для приготовления 200л бражки необходимо суслу $200 - 16 = 184$ л
- 184л 18% суслу весят $184 \cdot 1.072 = 197.248$ кг
- в 197 кг 18% суслу должны содержать сахара $197 \cdot 0.18 = 35.46$ кг
- 35,5 кг сахара получаются после осахаривания $35.5 / 1.11 = 31.982$ кг из крахмала (см. стр.3)
- будем считать, что исходное сырье сухое и средней крахмальности.

Тогда 1 кг этой смеси содержит:

1 кг смеси	Вес, кг	Крахмал (из таб.3)	Крахмал, кг
Рожь	0,5	50%	$(0.5 \cdot 0.5) = 0.25$
Кукуруза	0,3	60%	$(0.3 \cdot 0.6) = 0.18$
Горох	0,2	30%	$(0.2 \cdot 0.3) = 0.06$

Итого крахмала в 1 кг смеси: 0.49 кг

- 32 кг крахмала содержит $32 / 0.49 = 65.306$ кг смеси
- для осахаривания 184 л суслу потребуется $184 \cdot 30 = 5520$ г = 5.5 кг белого солода
- для приготовления солодового молока потребуется воды $5.5 \cdot 3 = 16.5$ кг = 17 л
- всего солодового молока $17 + 5.5 = 22.5$ кг
- на 32 кг крахмала потребуется всего воды $32 \cdot 5.06 = 161.92$ кг = 162 л
- для приготовления 184 л суслу потребуется добавить к 65 кг смеси $162 - 17 = 145$ л воды

Таким образом приготовили 1-ый замес на 200л:

СОСТАВ (первый после расчета)	Количество
Смесь (р-50%;к-30%,г-20%)	65 кг
Вода	145 л
Солодовое молоко	22,5 кг
-белый солод	5,5 кг
-вода для сол.мол	17 л
Дрожжевой затор	16 л

После осахаривания, если оно прошло полностью (проверка йодной пробой - см. стр.8), концентрация сахара в сусле оказалась меньше расчетной и составила 14,9% по сахаромеру, а после сбраживания, перегонки и ректификации получили 13,8л пищевой части спирта.

Анализ и коррекция

- таким образом реальный выход спирта из 1кг смеси составил $13.8 / 65 = 0.212$ л/кг
- планировали получить 18% раствор сахара, а получили 14,5%. Таким образом расход смеси необходимо увеличить в $18 / 14.9 = 1.208$ раза (на 20%)
- и расход смеси составит $65 \cdot 1.2 = 78$ кг
- внесение солода и солодового молока остается прежним, т.к. его количество было рассчитано для 184л 18% суслу, а его объем почти не изменится. Таким образом приготовим 2-ый замес на 200л:

СОСТАВ (после коррекции)	Количество
Смесь(р-50%;к-30%;г-20%)	78 кг
Вода	145 л
Солодовое молоко	22,5 кг
-белый солод	5,5 кг
-вода для сол.мол	17 л
Дрожжевой затор	16 л

ВЫХОД - 0,212 л/кг смеси.

Из 200л бражки должны получать $78 \text{ кг} \cdot 0.212 \text{ л/кг} = 16.5$ л спирта.

7.Рекомендации по химической обработке спиртосодержащего сырья перед ректификацией.

Для получения высококачественного спирта - ректификата спиртосодержащее сырье необходимо подвергнуть химической обработке.

Обработка осуществляется в следующей последовательности:

1. Если крепость сырья превышает 80% то его необходимо разбавить отстоявшейся профильтрованной водой до 70 - 80%.

2. Обработка «марганцовкой» (марганцевокислый калий, перманганат калия $KMnO_4$). Количество марганцевокислого калия подбирается в зависимости от качества сырья в пределах от 1 до 2 г на 1 литр содержащегося в сырье чистого спирта.

Пример: На 100 литром сырья крепостью 40% требуется от 42,5 до 85г $KMnO_4$.

Марганцевокислый калий необходимо полностью растворить в кипячёной воде, влить в сырьё и тщательно перемешать. Попадание крупинок $KMnO_4$ в сырьё недопустимо. Продолжительность обработки от 1 до 10 часов в зависимости от качества сырья.

3. Обработка щёлочью.

После обработки $KMnO_4$ не фильтруя добавляют раствор щёлочи. Для этого используют один из двух реактивов: едкий натр (гидроокись натрия, $NaOH$), едкий калий (гидроокись калия, KOH). Количество щёлочи подбирается в пределах от 1 до 2 г на 1 литр содержащегося в сырье чистого спирта. Щёлочь разводится в холодной кипячёной воде, вливается в сырьё и тщательно перемешивается.

Внимание! Со щёлочью необходимо обращаться с особой осторожностью, лучше пользоваться резиновыми перчатками и защитными очками.

Продолжительность обработки щёлочью 20 - 30 мин.

4. Обработка кальцинированной содой.

Этот этап производится для ускорения коагуляции и осаждения осадка.

Кальцинированная сода (Na_2CO_3) берётся в пределах 1- 2 г на 1 литр содержащегося в сырье чистого спирта, разводится в горячей кипячёной воде. Соду необходимо полностью растворить, влить в сырьё и тщательно перемешать.

Время осаждения осадка от 2 до 8 часов. Более 12 часов химобработанный состав выдерживать не рекомендуется.

5. Слив через трубку - сифон состав без осадка. Состав с осадком перелить в меньшую тару для отстоя и дальнейшего использования.

Химобработку следует производить в стеклянной таре или в таре из пищевой нержавеющей стали. Возможно применение спиртостойкой в химически стойкой полиэтиленовой тары.