

18+

АЛЕКСАНДР КАПИТОНОВ

Вода для домашнего пивоварения

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО АНАЛИЗУ, РАСЧЕТУ
И КОРРЕКТИРОВКЕ



Александр Капитонов

**Вода для домашнего
пивоварения. Практическое
руководство по анализу,
расчету и корректировке**

«Издательские решения»

Капитонов А.

Вода для домашнего пивоварения. Практическое руководство по анализу, расчету и корректировке / А. Капитонов — «Издательские решения»,

Вода — это девяносто процентов пива и единственный ингредиент, который пивовар-любитель может полностью контролировать. Эта книга объясняет, как состав воды влияет на затор, брожение и вкус готового напитка, как измерить свою воду, как подобрать профиль под стиль и как корректировать его с помощью солей и кислот. Здесь есть расчёты, примеры, таблицы и разбор типичных ошибок. Если вы хотите варить стабильное пиво и понимать, что происходит в заторе, эта книга для вас.

© Капитонов А.

© Издательские решения

Содержание

Предисловие	6
Вода как основа пивоварения: почему без неё нет пива	10
Состав воды и его влияние на пиво	16
Вода — это ингредиент	16
Как вода влияет на пиво на разных этапах	17
Три параметра, которые важнее остальных	19
«У меня хорошая вода» — почему это ничего не значит	22
Шесть ионов, которые решают всё	26
Кальций	26
Магний	29
Сульфаты	32
Хлориды	35
Натрий	37
Бикарбонаты	40
Соотношение сульфатов и хлоридов	43
Щёлочность и кислотность затора	47
Почему кислотно-щелочной баланс 5,2—5,6 — это важно	47
Щёлочность и кислотно-щелочной баланс воды — не одно и то же	50
Остаточная щёлочность	53
Солод сам подкисляет затор	55
Конец ознакомительного фрагмента.	57

Вода для домашнего пивоварения Практическое руководство по анализу, расчету и корректировке

Александр Капитонов

© Александр Капитонов, 2026

ISBN 978-5-0071-3855-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Предисловие

Я варю пиво больше десяти лет, и за это время вода прошла в моей практике путь от незаметного фона до главной темы, вокруг которой выстроилось всё остальное. Первые годы я не задумывался о том, что лью в затор, и любую неудачу списывал на дрожжи, на хмель, на собственные руки, которые вроде бы делали всё правильно, но получалось не то. Потом начал замечать закономерность: одни стили выходили стабильно и радовали, а другие раз за разом уходили куда-то не туда, сколько бы я ни менял рецепты. Разгадка оказалась там, где я её совсем не искал, — в жидкости, которая составляла девять десятых будущего пива и которую я упорно не принимал в расчёт. Когда я наконец посмотрел на неё внимательно, многое встало на свои места, и именно с этого момента началась настоящая работа.

Я кандидат технических наук, и привычка доискиваться до сути у меня не профессиональная маска, а способ думать, от которого уже не избавиться. Когда я понял, что дело в воде, то не стал искать готовый ответ на форумах, где мнения часто противоречат друг другу, а полез в литературу, в статьи, в отчёты и в справочники. Оказалось, что тема изучена вдоль и поперёк, что по ней защищены диссертации и написаны серьёзные монографии, но почти всё это доступно только на английском и в академическом виде, малоприспособленном для домашнего пивовара. Перевести это на человеческий язык, не потеряв точности и не превратив в популярную брошюру, — задача, которую я решил взять на себя, потому что видел, сколько людей вокруг бьётся в те же стены, что и я когда-то.

Эта книга не появилась из желания что-то доказать или кого-то поучить, и уж точно не из стремления показать, какой я умный. Она выросла из моих собственных протоколов, которые я вёл годами с почти маниакальной аккуратностью, записывая каждую варку, каждое изменение в составе воды, каждое отклонение во вкусе и аромате. Постепенно этих записей стало так много, что они перестали быть разрозненными заметками и сложились в систему, а система, в свою очередь, потребовала изложения. Так появился текст, который вы держите в руках, и я надеюсь, что он сэкономит вам те годы, которые я потратил на самостоятельный поиск.

Для кого эта книга? Прежде всего для домашнего пивовара, который уже варил пиво, знает, что такое затор, промывка и брожение, но чувствует, что чего-то в его практике не хватает. Для того, кто пробовал разные рецепты, менял дрожжи и хмель, экспериментировал с температурными паузами, но так и не получил стабильного результата, который можно было бы повторять от партии к партии. Для того, кто готов работать с цифрами, но не хочет утонуть в формулах и потерять связь с реальностью. Если это про вас, то книга написана именно для вас.

Я не пишу для новичка, который варит первую партию и ещё не до конца понимает, чем затирание отличается от промывки. Ему сейчас важнее освоить процесс целиком, научиться не заражать сусло, не сжигать солод и не промахиваться с плотностью, и вода придёт к нему позже, когда базовые навыки устоятся. Но если он всё же откроет эту книгу раньше времени, ничего страшного не случится: часть материала просто подождёт своего часа, а часть окажется полезной уже сейчас, потому что понимание воды помогает понять и сам процесс.

Я также не пишу для профессионального пивовара, у которого есть лаборатория, свои инженеры, свои источники данных и своя зона ответственности за каждую партию. Моя аудитория — это человек, который варит дома, на кухне или в гараже, располагает ограниченным набором инструментов и хочет понимать, что он делает и почему, а не повторять чужие шаги

вслепую. Именно для него я старался писать так, чтобы каждый абзац можно было проверить на практике, а каждый расчёт — воспроизвести своими руками.

Название книги звучит сухо, и это намеренно! Я не хотел обещать чудес, не хотел прятать содержание за красивыми метафорами и не хотел изображать воду чем-то мистическим, чем она не является. Вода — тема техническая, и подавать её надо технически, но при этом по-человечески, чтобы читатель не чувствовал себя на лекции, к которой он не готовился. Баланс между точностью и доступностью — то, к чему я стремился на каждой странице.

Структура книги простая и логичная, как и любой технический документ, который должен вести читателя от вопроса к ответу. Сначала мы разберём, что вообще находится в воде и как каждый компонент влияет на пиво, потому что без этого понимания любые действия превращаются в шаманство. Потом научимся узнавать состав своей воды — лабораторно или домашними средствами, в зависимости от возможностей и желания. Затем перейдём к расчётам: сколько чего добавить, чтобы получить нужный профиль, и как не переборщить. И в конце разберём, что делать, если что-то пошло не так, потому что ошибки случаются у всех, и важно не их отсутствие, а умение их распознавать.

Отдельная часть посвящена практике: вода под конкретные стили, типичные ошибки, диагностика дефектов по вкусу и аромату. Я старался, чтобы каждая глава заканчивалась чем-то, что можно применить сразу, не откладывая на потом и не дожидаясь следующей варки. Не теорией ради теории, а знанием, которое превращается в действие, потому что книга по пивоварению имеет смысл только тогда, когда она меняет то, что происходит в кастрюле.

В книге есть глава про добавки — E223, E621, E330 и другие, и эта тема часто обходится стороной или подаётся как страшилка для доверчивых читателей. Я попробовал разобраться, что из этого действительно нужно домашнему пивовару, а что — маргинальная практика, не решающая реальных задач водоподготовки. Читатель вправе сам решить, пользоваться этим или нет, но решать он должен на основе фактов и механизмов, а не слухов, пересказанных на форумах людьми, которые сами никогда этого не пробовали.

Я старался избегать двух крайностей, в которые легко впасть, когда пишешь о воде. Первая — это популярный стиль «вода решает всё», где восклицательные знаки заменяют аргументы, а громкость утверждения подменяет его доказательность. Вторая — академическая тяжесть, где читатель тонет в терминах, теряет связь с практикой и закрывает книгу на середине. Золотая середина, к которой я стремился, — это спокойный разговор с цифрами, объяснениями и примерами, где каждая мысль проверяема, а каждый вывод имеет основание.

Все расчёты, которые есть в книге, я проверял на собственных варках, и если я пишу, что добавление гипса в таком-то количестве даёт такой-то результат, значит, я это делал, пробовал и сравнивал с контрольной партией. Это не значит, что мой опыт универсален и что ваша вода поведёт себя точно так же, но это значит, что он воспроизводим, а значит, вы можете повторить и сравнить. Пивоварение — это дисциплина, где вера не работает, а работает только проверка, и я старался писать в соответствии с этим принципом.

Я не претендую на полноту изложения, потому что по водоподготовке есть фундаментальные труды, написанные людьми с большим опытом и более глубокими знаниями, и я даю ссылки на них в тексте. Моя задача скромнее: дать домашнему пивовару рабочий инструмент, который можно использовать без лаборатории, без специального образования и без доступа

к платным базам данных. Если после прочтения вы сделаете анализ своей воды и посчитаете профиль хотя бы для одного стиля, я буду считать, что книга свою задачу выполнила.

Про инструменты стоит сказать отдельно, потому что здесь всё не так просто, как хотелось бы. Я тестировал разные приложения и программы, включая российские, и честно скажу: полноценных аналогов западных калькуляторов по водоподготовке на русском языке нет, и это приходится признать. В книге я объясняю, чем пользоваться и как обходиться без софта вообще, если есть желание считать вручную, потому что формулы простые, и я привожу их все, чтобы вы не зависели от чужого кода и чужой логики.

Отдельно скажу про единицы измерения, потому что здесь царит настоящая неразбериха. В пивоварении параллельно живут ppm, мг/л, г/л, эквиваленты и градусы жёсткости, и перепутать их — значит получить результат, противоположный ожидаемому. Я старался везде давать пересчёт и не оставлять читателя наедине с чужими единицами, а в приложениях собрал таблицу соответствий, которой можно пользоваться как шпаргалкой, не перелистывая всю книгу в поисках нужной цифры.

Я благодарен людям, которые варили вместе со мной, спорили, пробовали и указывали на ошибки, потому что без них эта книга была бы гораздо хуже. Особенно тем, кто не побоялся сказать, что моя очередная партия — не шедевр, а недоразумение, и что причина не в дрожжах, а в моей самоуверенности. Такие моменты отрезвляют, заставляют работать дальше и напоминают, что в пивоварении нет людей, которые знают всё, а есть люди, которые продолжают учиться.

Я не знаю, сколько людей прочитают эту книгу и сколько из них дойдут до конца, потому что тема воды не из тех, которые читаются залпом. Но я знаю, что каждый, кто начнёт контролировать воду, уже не сможет варить по-старому, потому что это меняет оптику и заставляет смотреть на процесс иначе. Это как с настройкой гитары: однажды услышав чистый звук, ты уже не захочешь играть расстроенной, даже если раньше это казалось нормальным. Вода — это тот же строй, только для пива, и настроить его проще, чем кажется.

В книге нет готовых ответов на все случаи жизни, и это не недостаток, а осознанный выбор. Есть методы, которые работают, и объяснения, почему они работают, а это важнее любого рецепта, потому что рецепт устаревает, а понимание механизма остаётся. Если вы поймёте механизм, то сможете адаптировать его под свою воду, свой солод и свои вкусы, и тогда никакая таблица вам не понадобится, хотя таблиц в книге тоже хватает.

Я старался писать так, чтобы книгу можно было читать с любого места, потому что знаю, как это бывает: нужна конкретная тема, и нет времени на последовательное чтение. Если вам нужен ответ на конкретный вопрос, откройте соответствующую главу и читайте, но если вы хотите понять систему целиком, лучше идти по порядку, потому что части связаны между собой и каждая следующая опирается на предыдущую. Это не роман, но и не справочник, а нечто среднее, и я надеюсь, что такой формат окажется удобным.

И последнее, что стоит сказать перед тем, как вы перевернёте страницу и начнёте читать первую главу. Вода — это не то, что можно один раз настроить и забыть, потому что она меняется вместе с сезоном, с источником, с трубой, через которую течёт, и с тысячей других причин, которые вы не контролируете. То, что работало год назад, сегодня может дать другой результат, и это не повод для разочарования, а повод для внимания. Контроль воды — это не разовое

усилие, а привычка, которая остаётся с вами навсегда, и если эта книга поможет её выработать, значит, всё было не зря.

Вода как основа пивоварения: почему без неё нет пива

Пивоварение принято описывать через четыре ингредиента, и в этом описании есть своя логика, потому что солод, хмель, дрожжи и вода действительно образуют основу любого напитка. Однако равноправие здесь только кажущееся, поскольку солод, хмель и дрожжи вносят в пиво каждый свою долю, а вода присутствует всюду и участвует во всём, что происходит от первой минуты варки до последнего дня выдержки. Она растворяет сахара, переносит вещества, задаёт среду для ферментов и дрожжей и в конечном счёте составляет девять десятых того, что оказывается в бокале. Если вы уберёте солод, пива не будет, если уберёте хмель, получится нечто иное, но если вы уберёте воду, не будет вообще ничего, и это делает её не просто одним из ингредиентов, а условием существования всего процесса.

Чтобы понять, насколько глубоко вода влияет на пиво, нужно разложить пивоварение на этапы и посмотреть, что происходит на каждом из них. **Затирирование, промывка, кипячение, охлаждение, брожение и карбонизация** — это последовательность, в которой каждый шаг опирается на предыдущий, и вода присутствует на каждом шаге не как фон, а как активный участник. Её ионный состав определяет направление и скорость множества реакций, и эти реакции накапливаются, формируя вкус, аромат, цвет, плотность и стабильность готового напитка. Именно поэтому воду нельзя рассматривать как нейтральный растворитель, который просто переносит вещества из одного состояния в другое, потому что она сама является реагентом и её свойства задают рамки, в которых работают все остальные ингредиенты.

Первый этап — затирирование, во время которого дроблённый солод смешивается с водой и ферменты начинают расщеплять крахмал на сахара, и здесь вода определяет pH среды, от которого напрямую зависит активность этих ферментов. Кальций, магний и бикарбонаты, растворённые в воде, влияют на этот показатель, и от него зависит, сколько экстракта вы получите и каким будет вкус будущего пива. Ошибку на этом этапе не исправить позже, потому что затирирование — это фундамент, на котором строится всё остальное, и если фундамент заложен неправильно, стены всё равно перекосятся, сколько бы вы ни старались их выровнять. Именно поэтому опытные пивовары уделяют затирированию столько внимания и считают его главным этапом всей варки.

Ферменты, о которых идёт речь, — это в первую очередь альфа- и бета-амилазы, и у каждой из них есть свой оптимальный диапазон pH, в котором они работают наиболее эффективно. Бета-амилаза лучше всего действует при pH около 5,2—5,4 и отвечает за образование сбраживаемых сахаров, от которых зависит крепость и сухость пива, а альфа-амилаза предпочитает чуть более высокий pH и отвечает за образование декстринов, от которых зависит тело напитка. Вода с высокой щёлочностью сдвигает pH вверх и смещает баланс в сторону альфа-амилазы, и вы получаете пиво с меньшей крепостью и большей полнотой, даже если рецепт этого совсем не предполагал. Это происходит не потому, что вы сделали что-то неправильно на этапе затирирования, а потому, что вода сделала это за вас, и именно поэтому её состав нужно знать заранее.

Помимо ферментов, вода влияет и на растворимость веществ, которые переходят из солода в сусло, и этот процесс тоньше, чем может показаться на первый взгляд. Фосфаты, полифенолы, белки и минеральные соли взаимодействуют с ионами воды и друг с другом, и результат зависит от того, что именно находится в жидкости и в каких proportions. Например, кальций связывает фосфаты и высвобождает ионы водорода, что подкисляет затор естествен-

ным образом, и чем больше кальция, тем сильнее сдвиг в кислую сторону. Это один из главных инструментов управления pH без добавления кислот, и он работает тихо, незаметно, но от него зависит очень многое.

Второй этап — промывка, во время которой через солодовую дробину пропускают горячую воду, чтобы вымыть оставшиеся сахара, и здесь вода влияет на то, какие вещества перейдут в сусло помимо сахаров. Не все эти вещества желательны, потому что вместе с сахарами из оболочек зерна могут экстрагироваться полифенолы и танины, которые дают вяжущий, грубый вкус и ощущение сухости во рту. Если pH промывной воды слишком высок, этот процесс ускоряется, и пиво получает дефект, который невозможно исправить никакими последующими действиями. Именно поэтому опытные пивовары контролируют не только pH затора, но и pH воды, которой промывают дробину, и считают это частью единого процесса.

Существует распространённое заблуждение, что промывка — это механическая операция, в которой главное — не перелить воды и не разбавить сусло сверх меры. На самом деле это химический процесс, в котором вода взаимодействует с остатками солода, и состав этой воды имеет значение не меньше, чем её температура и объём. Мягкая вода с низкой щёлочностью вымывает сахара чисто и предсказуемо, а жёсткая вода с высокой щёлочностью тянет за собой лишние вещества, которые потом приходится исправлять на следующих этапах. Исправить это сложно, а иногда и вовсе невозможно, потому что полифенолы, попавшие в сусло, остаются в нём до конца.

Третий этап — кипячение, во время которого сусло стерилизуется, хмель отдаёт горечь и аромат, а белки коагулируют и выпадают в осадок, и здесь вода снова оказывается в центре событий. От её состава зависит, насколько эффективно протекают эти процессы, потому что кальций участвует в коагуляции белков и помогает формировать так называемый брейк — осадок, который потом удаляется вместе с взвешями. Без достаточного количества кальция белки остаются в сусле и впоследствии дают мутность и нестабильность, а пиво теряет товарный вид и срок годности. Это ещё один пример того, как элемент, о котором мало кто думает, определяет результат, который виден не сразу, но проявляется со временем.

Хмель, который добавляется в кипящее сусло, тоже взаимодействует с водой, и здесь важную роль играет pH, потому что изомеризация альфа-кислот зависит от кислотности среды. Сульфаты, растворённые в воде, подчёркивают хмелевую горечь и делают её более резкой и сухой, а хлориды, наоборот, смягчают её и добавляют солодовую сладость, и это тот самый баланс, которым пользуются пивовары для настройки стиля. Соотношение этих двух ионов — один из самых мощных инструментов влияния на вкус, и он начинает работать ещё на этапе кипячения, задолго до того, как пиво попадёт в бокал. Понимание этого механизма позволяет предсказывать результат и управлять им, а не надеяться на удачу.

Помимо горечи, кипячение влияет на образование пивного камня — осадка из оксалатов кальция, который оседает на стенках оборудования и впоследствии может попасть в пиво. Кальций связывает оксалаты и выводит их из раствора, и если его не хватает, оксалаты остаются в сусле и выпадают позже, уже в бутылке, образуя нежелательный осадок и ухудшая вкус. Это ещё один пример того, как состав воды влияет на процессы, которые на первый взгляд не связаны с химией, и как пренебрежение этим составом приводит к проблемам, которые проявляются в самый неподходящий момент. Именно поэтому воду нужно контролировать с самого начала, а не реагировать на последствия.

Четвёртый этап — охлаждение сусла после кипячения, и здесь вода играет скорее техническую роль, чем химическую, хотя и не перестаёт быть важной. Именно на этом этапе сусло наиболее уязвимо для инфекций, и качество воды, которая контактирует с ним, имеет значение, потому что любая посторонняя микрофлора может испортить всю партию. Если вы разбавляете сусло водой, чтобы попасть в нужную плотность, эта вода должна быть стерильной и с известным составом, иначе вы рискуете внести в пиво то, чего там быть не должно. Использование неподготовленной воды на этом этапе может свести на нет все усилия предыдущих часов, и это одна из самых обидных ошибок, которые можно допустить.

Разбавление сусла — это отдельная тема, потому что многие домашние пивовары варят концентрированное сусло и потом доводят его до нужного объёма водой, и здесь вода влияет на результат напрямую. Если эта вода жёсткая или содержит хлор, она испортит пиво независимо от того, насколько хорошо было сварено сусло, и никакие другие ингредиенты этого не компенсируют. Именно поэтому опытные пивовары используют для разбавления либо кипячёную, либо дистиллированную, либо обратнoосмотическую воду, состав которой предсказуем и не преподносит сюрпризов. Экономия на этом этапе обходится дороже, чем стоимость подготовки воды, потому что испорченная партия — это потерянное время, деньги и желание варить дальше.

Пятый этап — брожение, во время которого дрожжи превращают сахара в спирт и углекислый газ, а также образуют множество побочных соединений, формирующих вкус и аромат, и вода влияет на этот процесс через минеральные вещества. Цинк, магний, кальций и калий необходимы дрожжевой клетке для нормального метаболизма, и их дефицит или избыток сказывается на скорости брожения, на полноте сбраживания и на чистоте вкуса. Если этих элементов не хватает, дрожжи работают вяло и оставляют после себя побочные продукты, которые потом приходится маскировать или терпеть. Если их слишком много, дрожжи могут вести себя агрессивно и производить соединения, которых вы совсем не ждали.

Особенно важен кальций, который участвует в процессе флуккуляции — способности дрожжей слипаться и оседать на дно, и от этого зависит прозрачность и стабильность пива. Если кальция недостаточно, дрожжи остаются во взвешенном состоянии дольше, чем нужно, и пиво получается мутным и нестабильным, а вкус — грубым и дрожжевым. Если кальция слишком много, дрожжи оседают слишком рано, и брожение останавливается, не дойдя до нужной плотности, что приводит к сладкому, недоброжеланному пиву. Баланс здесь тонкий, и вода — один из главных инструментов его настройки, потому что именно она поставляет кальций в сусло.

Магний и цинк тоже играют свою роль, хотя и в меньших количествах, и их влияние не всегда заметно сразу. Магний входит в состав ферментов, которые участвуют в метаболизме дрожжей, а цинк необходим для синтеза белков и для нормального роста клеток, и без них дрожжи не могут работать в полную силу. Солод обычно даёт достаточное количество этих элементов, но если вода слишком мягкая или слишком очищенная, их может не хватить, и тогда брожение идёт не так, как вы ожидали. Именно поэтому дистиллированная вода без минерализации не подходит для брожения, несмотря на свою чистоту и предсказуемость.

Помимо минералов, вода влияет на брожение через pH, который определяет активность дрожжевых ферментов и общее направление метаболизма. Слишком кислая или слишком щелочная среда угнетает дрожжи и замедляет процесс, а иногда и вовсе его останавливает, оставляя вас с недоброжеланным суслом. Оптимальный диапазон pH для брожения — около 4,0

—4,5, и вода вносит свой вклад в его формирование, потому что именно она задаёт стартовые условия. Если затвор был сварен правильно, pH суслу обычно оказывается в нужном диапазоне, но если вода была щелочной, проблемы могут проявиться именно на этапе брожения, когда исправлять что-либо уже поздно.

Шестой этап — карбонизация, во время которой пиво насыщается углекислым газом либо естественным путём, либо принудительно, и здесь вода играет второстепенную роль, хотя и не исчезает полностью. Если вы карбонизируете пиво праймером, растворённым в воде, эта вода должна быть чистой и нейтральной, чтобы не внести посторонние привкусы и не испортить то, что вы с таким трудом создали. Если вы используете принудительную карбонизацию, вода вообще не участвует в процессе, но её следы остаются в готовом напитке и продолжают влиять на вкус. Это ещё один пример того, что вода присутствует на всех этапах, даже там, где её участие неочевидно.

Наконец, готовое пиво — это результат всех этапов, и вода в нём присутствует в виде того самого растворителя, который переносит все вкусы и ароматы, делая их доступными для восприятия. Минеральный состав воды влияет на восприятие горечи, сладости, кислотности и полноты тела, и этот эффект сохраняется до последнего глотка, сколько бы времени ни прошло с момента розлива. Сульфаты делают пиво более сухим и хмелевым, хлориды — более мягким и солодовым, натрий добавляет солёность, а железо — металлический привкус, и всё это ощущается в бокале, даже если вы не знаете, что именно ищете. Понимание этих эффектов позволяет не только диагностировать проблемы, но и сознательно конструировать вкус.

Важно понимать, что вода влияет не только на вкус, но и на стабильность пива при хранении, и это влияние может быть разрушительным. Железо и медь катализируют окислительные реакции, которые ведут к старению, появлению картонного привкуса и помутнению, и если в воде много этих элементов, пиво испортится быстрее, чем могло бы. Никакие усилия по стерильности и герметичности не помогут, если вода изначально была загрязнена металлами, потому что окисление запускается изнутри и остановить его невозможно. Именно поэтому контроль металлов в воде — это не только вопрос вкуса, но и вопрос срока годности вашего напитка.

Хлор и хлорамины, которые часто добавляют в водопроводную воду для дезинфекции, тоже влияют на стабильность, но по-другому и не менее разрушительно. Они взаимодействуют с фенольными соединениями солода и хмеля, образуя хлорфенолы — вещества с характерным аптечным, «пластиковым» запахом, который невозможно спутать ни с чем другим. Этот дефект не исправляется никакими другими средствами, и единственный способ от него избавиться — удалить хлор из воды до начала варки, потому что после того, как реакция произошла, пути назад нет. Это ещё один пример того, что вода требует внимания с самого начала, а не после того, как проблема уже проявилась.

Если сложить все эти эффекты вместе, становится ясно, что вода — это не один из четырёх ингредиентов, а среда, в которой все они существуют и взаимодействуют, и это меняет взгляд на весь процесс. Солод, хмель и дрожжи вносят свой вклад, но вода определяет, как этот вклад проявится и проявится ли вообще, потому что она задаёт условия для каждой реакции. Один и тот же рецепт, сваренный на разной воде, даст два разных пива, и разница может быть настолько велика, что вы не узнаете исходный стиль. Именно поэтому вода заслуживает такого же внимания, как и остальные ингредиенты, если не большего.

Многие домашние пивовары проходят через один и тот же путь: сначала они игнорируют воду, потом сталкиваются с проблемами, потом начинают искать причины и в конце концов приходят к пониманию, что вода — это ключ. Этот путь занимает годы, и я знаю это по собственному опыту, потому что сам прошёл его от начала до конца. Задача этой книги — сократить этот путь, дав вам инструменты и понимание, которые позволят избежать лишних ошибок и сэкономить время. Вода не должна быть загадкой, и после прочтения этой книги она ею не будет.

Чтобы управлять водой, не нужно быть химиком и не нужно иметь лабораторию, хотя лабораторный анализ, безусловно, полезен. Достаточно понимать несколько базовых параметров, знать, как они влияют на процесс, и уметь их корректировать доступными средствами. Всё остальное — детали, которые приходят с опытом и которые можно уточнять по мере необходимости. Главное — начать смотреть на воду осознанно и перестать воспринимать её как данность, которую нельзя изменить.

В этой книге я не буду грузить вас формулами без нужды, но там, где без цифр не обойтись, они будут, потому что пивоварение — это дисциплина, в которой вера не работает. Все расчёты, которые я привожу, проверены на практике и воспроизводимы, и вы можете повторить их у себя, чтобы убедиться в их правильности. Я старался писать так, чтобы каждый абзац можно было применить сразу, не откладывая на потом и не дожидаясь следующей варки. Это не учебник для сдачи экзамена, а руководство для работы.

Структура книги простая и логичная: сначала теория, потом анализ, потом расчёт, потом практика. Мы начнём с того, что находится в воде и как каждый компонент влияет на пиво, потому что без этого понимания любые действия превращаются в шаманство. Потом научимся узнавать состав своей воды — лабораторно или домашними средствами, в зависимости от возможностей и желания. Затем перейдём к расчётам и к тому, как довести воду до нужного состояния под конкретный стиль. И в конце разберём, что делать, если что-то пошло не так, потому что ошибки случаются у всех.

Отдельная часть книги посвящена практике: вода под конкретные стили, типичные ошибки, диагностика дефектов по вкусу и аромату. Я старался, чтобы каждая глава заканчивалась чем-то, что можно применить сразу, не откладывая на потом и не дожидаясь следующей варки. Не теорией ради теории, а знанием, которое превращается в действие, потому что книга по пивоварению имеет смысл только тогда, когда она меняет то, что происходит в кастрюле. Если после прочтения вы сделаете анализ своей воды и посчитаете профиль хотя бы для одного стиля, я буду считать, что книга свою задачу выполнила.

Я старался избегать двух крайностей, в которые легко впасть, когда пишешь о воде. Первая — это популярный стиль «вода решает всё», где восклицательные знаки заменяют аргументы, а громкость утверждения подменяет его доказательность. Вторая — академическая тяжесть, где читатель тонет в терминах, теряет связь с практикой и закрывает книгу на середине. Золотая середина, к которой я стремился, — это спокойный разговор с цифрами, объяснениями и примерами, где каждая мысль проверяема, а каждый вывод имеет основание.

Все расчёты, которые есть в книге, я проверял на собственных варках, и если я пишу, что добавление гипса в таком-то количестве даёт такой-то результат, значит, я это делал, пробовал и сравнивал с контрольной партией. Это не значит, что мой опыт универсален и что ваша вода поведёт себя точно так же, но это значит, что он воспроизводим, а значит, вы можете повторить

и сравнить. Пивоварение — это дисциплина, где вера не работает, а работает только проверка, и я старался писать в соответствии с этим принципом. Если что-то в книге покажется вам спорным, проверьте это сами и составьте собственное мнение.

Степень детализации в этой книге выбрана так, чтобы её можно было использовать без лаборатории, без специального образования и без доступа к платным базам данных. По водоподготовке существуют фундаментальные труды, написанные людьми с большим опытом и более глубокими знаниями, и ссылки на них приводятся по ходу текста. Задача здесь скромнее: дать домашнему пивовару рабочий инструмент, который работает в реальных условиях кухни или гаража. Если после прочтения вы сделаете анализ своей воды и посчитаете профиль хотя бы для одного стиля, цель будет достигнута.

Вода меняется вместе с сезоном, с источником, с трубой, через которую течёт, и с тысячей других причин, которые вы не контролируете. То, что работало год назад, сегодня может дать другой результат, и это не повод для разочарования, а повод для внимания. Контроль воды — не разовое усилие, а привычка, которая формируется постепенно и остаётся с вами надолго. Следующие главы покажут, как эта привычка выстраивается шаг за шагом, от понимания состава до осознанного управления им.

Состав воды и его влияние на пиво

Вода — это ингредиент

Разговор о воде в пивоварении принято начинать с банальности: её в пиве девяносто процентов, и уже поэтому она заслуживает внимания. Банальность эта верна, но она ничего не объясняет, потому что из неё не следует, как именно вода влияет на напиток и почему один и тот же рецепт на разной воде даёт разный результат. Между утверждением «воды много» и пониманием «вот что она делает» лежит пропасть, и эта глава посвящена тому, чтобы её перейти. Мы будем говорить не о количестве, а о роли — о том, как вода участвует в процессе и что меняется, когда меняется её состав.

Пивоварение — это последовательность химических превращений, и вода в этой последовательности является не фоном, а средой, в которой эти превращения происходят. Ферменты работают в водном растворе, дрожжи живут в водном растворе, экстракция веществ из солода и хмеля тоже идёт в водном растворе, и это означает, что свойства этого раствора определяют условия каждой реакции. Изменить состав воды — значит изменить среду, а изменить среду — значит изменить результат, и это происходит независимо от того, хотите вы этого или нет. Именно поэтому вода является ингредиентом в полном смысле слова, а не просто носителем для остальных компонентов.

Если посмотреть на любой этап варки, обнаружится, что вода присутствует на каждом из них и на каждом играет свою роль, причём роль эта не всегда очевидна. Затираание зависит от pH, который формируется ионами воды; промывка зависит от щёлочности, которая определяет, что вымоется вместе с сахарами; кипячение зависит от минерализации, которая влияет на коагуляцию белков и на восприятие горечи. Брожение зависит от микроэлементов, которые дрожжи получают из воды, а вкус готового пива зависит от того, что осталось в растворе после всех превращений. Эта сквозная роль воды и делает её предметом отдельного разговора, потому что ни один другой ингредиент не присутствует на всех этапах одновременно.

Большинство домашних пивоваров начинает с того, что льёт в затор то, что течёт из крана, и не задумывается об этом до первой серьёзной неудачи. Потом неудача повторяется, потом ещё одна, и постепенно приходит понимание, что проблема не в дрожжах и не в хмеле, а в чём-то более фундаментальном, что было упущено с самого начала. Это понимание обычно приходит с опытом, но опыт стоит времени и испорченных партий, которых можно было бы избежать. Гораздо разумнее получить его из книги и сразу начать смотреть на воду осознанно, не дожидаясь, пока она сама о себе напомнит.

В этой главе мы разберём, как вода влияет на пиво на разных этапах, какие параметры её состава важнее остальных и почему утверждение «у меня хорошая вода» не имеет отношения к делу. Мы не будем пока углубляться в расчёты и в химию ионов, потому что это впереди, но зложим основу, без которой эти расчёты превращаются в механические действия без понимания. Задача главы — показать, что вода является полноценным участником процесса, и объяснить, почему к ней стоит относиться так же серьёзно, как к солоду, хмелю и дрожжам.

Как вода влияет на пиво на разных этапах

Начнём с затирания, потому что именно здесь вода впервые перестаёт быть просто жидкостью и становится активным участником процесса. Когда дроблёный солод попадает в воду, начинается целая серия реакций, и первая из них — это гидратация и растворение ферментов, которые до этого находились в связанном состоянии. Вода проникает в частицы солода, разрушает их структуру и открывает доступ к крахмальным гранулам, которые предстоит расщепить. Без этого этапа никакой ферментативной активности не будет вообще, но дело не только в растворении, потому что вода одновременно задаёт и условия, в которых ферменты будут работать. Именно состав воды определяет, насколько быстро и полно пойдёт гидролиз.

Ключевой параметр здесь — pH, и формируется он не сам по себе, а в результате взаимодействия ионов воды с фосфатными группами солода. Фосфаты, содержащиеся в солоде, при растворении диссоциируют и высвобождают ионы водорода, которые подкисляют среду, но этот процесс зависит от того, что ещё находится в воде. Кальций и магний связывают фосфаты и тем самым сдвигают равновесие в сторону большего высвобождения водорода, то есть усиливают подкисление. Бикарбонаты, наоборот, нейтрализуют эти ионы и сопротивляются сдвигу в кислую сторону, и чем их больше, тем сильнее вода гасит естественное подкисление от солода. В результате pH затора оказывается функцией не только солода, но и минерального состава воды.

Если разложить это на конкретику, то выглядит так: в воде с высоким содержанием кальция и низкой щёлочностью pH затора быстро опускается в нужный диапазон, и ферменты работают в оптимальных условиях. В воде с высокой щёлочностью тот же самый солод даст более высокий pH, и ферменты окажутся в среде, которая для них не оптимальна. Это не значит, что затор вообще не сработает, но значит, что эффективность будет ниже, а вкус — другим. Пивовар, который не контролирует воду, в такой ситуации будет менять рецепт, температуру пауз, соотношение солодов, но причина останется той же, и результат не изменится.

Теперь посмотрим, что именно происходит с ферментами при разных значениях pH, потому что от этого зависит не только выход экстракта, но и состав сусла. Бета-амилаза, которая отвечает за образование мальтозы и других сбраживаемых сахаров, наиболее активна при pH около 5,2—5,4, и в этом диапазоне она работает быстро и полно. Альфа-амилаза, которая разрывает длинные цепочки крахмала на более короткие фрагменты, предпочитает pH чуть выше, около 5,5—5,7, и при снижении pH её активность падает. Это означает, что вода с высокой щёлочностью, поднимающая pH, смещает баланс в сторону альфа-амилазы, и вы получаете больше декстринов и меньше сбраживаемых сахаров. Пиво при этом будет менее крепким и более полным по телу, чем предполагал рецепт.

Есть и ещё один эффект, о котором часто забывают: при высоком pH возрастает экстракция полифенолов из оболочек солода уже на этапе затирания. Эти соединения не только дают вяжущий вкус, но и связываются с белками, образуя комплексы, которые потом выпадают в осадок и ухудшают стабильность пива. Чем выше pH, тем активнее идёт этот процесс, и тем больше полифенолов переходит в сусло. Это ещё одна причина, по которой воду нужно контролировать заранее, а не пытаться исправить последствия на этапе кипячения или брожения.

Переходим к промывке, которая является продолжением затирания, но имеет свою специфику, потому что здесь вода взаимодействует уже с отработанной дробинкой. Цель промывки

— вымыть оставшиеся сахара, которые не перешли в сусло во время затирания, и тем самым повысить эффективность варки. Однако вместе с сахарами из оболочек зерна экстрагируются и другие вещества, и состав воды определяет, какие именно и в каких количествах. Если pH промывной воды слишком высок, начинается активное вымывание полифенолов и танинов, которые придают пиву грубость и вяжущность. Если pH в норме, этот процесс идёт умеренно, и пиво остаётся чистым.

Механизм здесь тот же, что и при затирании: щёлочность воды определяет, насколько сильно среда сопротивляется подкислению, и насколько активно идут реакции с участием фенольных соединений. Бикарбонаты, которые не были нейтрализованы в заторе, продолжают действовать и в промывной воде, особенно если её температура выше, потому что растворимость многих соединений растёт с нагревом. Именно поэтому опытные пивовары либо подкисляют промывную воду, либо используют воду с низкой щёлочностью, чтобы не вытянуть из дробины лишнего. Контроль здесь так же важен, как и на этапе затирания, и пренебрежение им сводит на нет все предыдущие усилия.

Отдельно стоит сказать про температуру промывной воды, потому что она взаимодействует с составом и усиливает или ослабляет его эффекты. Горячая вода экстрагирует больше веществ, чем холодная, и если эта вода к тому же щелочная, экстракция полифенолов ускоряется многократно. Именно поэтому превышение температуры выше определённого порога считается опасным, и многие пивовары стараются держать её в пределах, которые не провоцируют вымывание танинов. Вода с правильным составом позволяет работать с более высокими температурами без риска, и это ещё один аргумент в пользу того, чтобы контролировать её заранее.

Теперь перейдём к кипячению, где вода участвует в коагуляции белков и в формировании так называемого брейка — осадка, который потом удаляется вместе с взвешьями. Белки, растворённые в сусле, при нагреве денатурируют и слипаются в крупные агрегаты, которые выпадают в осадок, и этот процесс зависит от pH и от наличия ионов, способных связывать белки. Кальций здесь играет главную роль, потому что он образует мостики между отрицательно заряженными группами белков и способствует их агрегации. Чем больше кальция, тем эффективнее идёт коагуляция, и тем чище получается сусло после кипячения.

Если кальция не хватает, белки остаются в растворённом состоянии и переходят в готовое пиво, где впоследствии дают мутность и нестабильность. Особенно это заметно в пиве, которое хранится долго или подвергается охлаждению, потому что при низких температурах белки выпадают в осадок и образуют так называемую холодную муть. Это не только эстетическая проблема, но и вкусовая, потому что белки связывают часть ароматических соединений и влияют на восприятие пива. Именно поэтому достаточное количество кальция в воде — это не только вопрос pH, но и вопрос стабильности готового напитка.

Помимо белков, кипячение влияет на изомеризацию альфа-кислот хмеля, и здесь вода тоже участвует через pH и через минеральный состав. Изомеризация — это превращение альфа-кислот в изо-альфа-кислоты, которые и дают горечь, и скорость этого превращения зависит от температуры, времени и кислотности среды. При более низком pH изомеризация идёт медленнее, при более высоком — быстрее, и это нужно учитывать при расчёте горечи. Сульфаты, растворённые в воде, не влияют на саму изомеризацию, но влияют на восприятие горечи, делая её более резкой и сухой. Хлориды, наоборот, смягчают горечь и добавляют солодовую сладость, и это тот самый баланс, которым пользуются для настройки стиля.

Отдельная тема — образование пивного камня, который представляет собой осадок из оксалатов кальция и оседает на стенках оборудования. Оксалаты образуются в процессе затиранья и переходят в сусло, и если в воде достаточно кальция, они связываются с ним и выпадают в осадок ещё на этапе кипячения. Если кальция не хватает, оксалаты остаются в растворе и выпадают позже, уже в бутылке или в кеге, образуя нежелательный осадок и ухудшая вкус. Это ещё один пример того, как состав воды влияет на процессы, которые на первый взгляд не связаны с химией, и как пренебрежение этим составом приводит к проблемам, которые проявляются в самый неподходящий момент.

Переходим к охлаждению и разбавлению, которые являются переходными этапами между кипячением и брожением, и здесь вода влияет на результат через стерильность и через состав. Если вы разбавляете сусло водой, чтобы попасть в нужную плотность, эта вода должна быть не только чистой, но и с известным минеральным составом, потому что она меняет профиль всего сусла. Вода с высоким содержанием хлора или железа испортит пиво независимо от того, насколько хорошо было сварено сусло, и никакие другие ингредиенты этого не компенсируют. Именно поэтому для разбавления используют кипячёную, дистиллированную или обратную осмотическую воду, состав которой предсказуем.

Теперь перейдём к брожению, где вода влияет на дрожжи через минеральные вещества, которые необходимы им для нормального метаболизма. Цинк, магний, кальций и калий участвуют в ферментативных реакциях, которые обеспечивают рост клеток, усвоение сахаров и синтез побочных соединений. Если этих элементов не хватает, дрожжи работают вяло, брожение затягивается, и пиво получается недоброжеланным или с дефектами. Если их слишком много, дрожжи могут вести себя агрессивно и производить соединения, которых вы совсем не ждали, включая сероводород и высшие спирты. Баланс здесь тонкий, и вода — один из главных инструментов его настройки.

Особенно важен кальций, который участвует в процессе флокуляции — способности дрожжей слипаться и оседать на дно, и от этого зависит прозрачность и стабильность пива. Если кальция недостаточно, дрожжи остаются во взвешенном состоянии дольше, чем нужно, и пиво получается мутным и нестабильным, а вкус — грубым и дрожжевым. Если кальция слишком много, дрожжи оседают слишком рано, и брожение останавливается, не дойдя до нужной плотности, что приводит к сладкому, недоброжеланному пиву. Баланс здесь тонкий, и вода — один из главных инструментов его настройки, потому что именно она поставит кальций в сусло.

Три параметра, которые важнее остальных

Вода содержит десятки растворённых веществ, и попытка контролировать их все превращается в бесконечную работу, которая не даёт пропорционального результата. На практике оказывается, что большая часть этих веществ либо присутствует в количествах, не влияющих на пиво, либо корректируется автоматически при исправлении нескольких ключевых показателей. Именно поэтому разумно начать с трёх параметров, которые определяют большую часть результата, и уже от них двигаться дальше. Эти три параметра — общая жёсткость, щёлочность и pH затора, и они связаны между собой сложнее, чем кажется на первый взгляд.

Общая жёсткость — это суммарное содержание ионов кальция и магния в воде, выраженное в пересчёте на карбонат кальция или в градусах жёсткости. Жёсткость показывает,

насколько вода минерализована в целом, и от неё зависит, будет ли вода мягкой или плотной на вкус. Мягкая вода содержит мало кальция и магния, жёсткая — много, и это различие напрямую сказывается на заторе и на брожении. Однако жёсткость — это ещё не всё, потому что две воды с одинаковой жёсткостью могут вести себя совершенно по-разному из-за разной щёлочности.

Магний в составе жёсткости играет второстепенную роль по сравнению с кальцием, потому что солод обычно даёт достаточное количество магния для дрожжей. Кальций же является главным рабочим ионом, и именно от него зависит подкисление затора, коагуляция белков и флокуляция дрожжей. Поэтому, когда говорят о жёсткости в контексте пивоварения, чаще всего имеют в виду именно кальциевую жёсткость. Магниева составляющая важна лишь в тех случаях, когда её слишком много, потому что избыток магния даёт горечь и слабительный эффект.

Щёлочность — это способность воды нейтрализовать кислоты, и она определяется главным образом содержанием бикарбонатов. Этот параметр не имеет ничего общего с pH, потому что вода может иметь нейтральный pH и при этом обладать высокой щёлочностью. Щёлочность показывает, сколько кислоты нужно добавить, чтобы сдвинуть pH в нужную сторону, и именно она сопротивляется естественному подкислению затора от солода. Чем выше щёлочность, тем сложнее попасть в целевой pH, и тем больше усилий требуется для коррективки.

Различие между жёсткостью и щёлочностью принципиально, потому что эти параметры часто путают. Жёсткость говорит о том, сколько в воде кальция и магния, а щёлочность — о том, сколько в ней бикарбонатов, и это разные вещи. Вода может быть жёсткой и при этом иметь низкую щёлочность, и наоборот — мягкой с высокой щёлочностью. Для пивовара важнее второе, потому что именно щёлочность определяет поведение затора, а жёсткость лишь поставяет ионы, которые участвуют в реакциях.

Типичный пример — вода с высоким содержанием кальция и низким содержанием бикарбонатов, которая считается идеальной для светлых стилей. Кальций подкисляет затор, а бикарбонаты не мешают этому процессу, и pH быстро опускается в нужный диапазон. Другой пример — вода с низким содержанием кальция и высоким содержанием бикарбонатов, которая подходит для тёмных стилей, потому что тёмный солод сам подкисляет затор и нейтрализует щёлочность. Понимание этого баланса позволяет предсказывать поведение воды без лабораторных замеров.

pH затора — это третий ключевой параметр, и он является не свойством воды, а результатом взаимодействия воды и солода. Вода задаёт стартовые условия, солод вносит свой вклад, и вместе они формируют среду, в которой работают ферменты. Целевой диапазон pH затора — примерно 5,2—5,6, и попадание в него важнее, чем точные значения жёсткости или щёлочности по отдельности. Именно pH определяет активность ферментов, экстракцию полифенолов и вкус будущего пива, и именно на него нужно ориентироваться в первую очередь.

Связь между тремя параметрами нелинейна, и изменение одного из них влияет на остальные. Если вы добавляете кальций, чтобы повысить жёсткость, это одновременно снижает pH затора, потому что кальций связывает фосфаты и высвобождает ионы водорода. Если вы добавляете бикарбонаты, чтобы повысить щёлочность, это одновременно повышает pH, потому

что бикарбонаты нейтрализуют кислоты. Эти взаимосвязи означают, что корректировать воду нужно комплексно, а не по одному параметру за раз.

На практике это выглядит так: вы измеряете или оцениваете жёсткость и щёлочность своей воды, затем рассчитываете, какой pH затора получится с учётом вашего солодового состава. Если pH выходит за пределы целевого диапазона, вы корректируете воду, добавляя соли или кислоты, и снова проверяете результат. Этот итеративный процесс может показаться сложным, но после нескольких варок он становится автоматическим, и вы начинаете чувствовать воду без расчётов.

Жёсткость и щёлочность можно измерить домашними средствами, и для этого не нужна лаборатория. Капельные тесты для аквариумистов, которые продаются в зоомагазинах, позволяют определить GH (общую жёсткость) и KH (карбонатную жёсткость) с достаточной точностью. GH показывает сумму кальция и магния, KH — содержание бикарбонатов, и этих двух цифр уже достаточно для первичной оценки. pH затора измеряется либо pH-метром, либо тест-полосками, хотя точность полосок оставляет желать лучшего.

Если вы используете воду из централизованного источника, её состав может меняться в течение года, потому что водоканал переключается между разными источниками и меняет режимы очистки. Это означает, что один раз сделанный анализ не гарантирует постоянства, и периодически его нужно повторять. Если вы используете воду из собственной скважины или колодца, состав тоже может меняться, особенно после дождей или таяния снега. В обоих случаях разумно иметь запасной вариант в виде обратного осмоса или покупной воды с известным составом.

Для тех, кто не хочет заниматься анализом и расчётами, существует простой путь: использовать воду с нуля, то есть дистиллированную или обратноосмотическую, и собирать нужный профиль добавлением солей. Этот подход даёт полный контроль над составом, потому что вы точно знаете, что находится в воде, и можете добавлять только то, что нужно. Он требует больше действий, но зато исключает неопределённость, связанную с переменчивостью природной воды. Для многих домашних пивоваров это оказывается самым надёжным решением.

Три параметра, о которых идёт речь, не исчерпывают всей химии воды, но они определяют большую часть результата. Соотношение сульфатов и хлоридов, содержание натрия, наличие железа и хлора — всё это тоже важно, но это следующий уровень, к которому имеет смысл переходить после того, как освоены базовые параметры. Начинать с них — значит строить дом на прочном фундаменте, а не на песке. Именно поэтому глава о трёх параметрах идёт раньше, чем главы об отдельных ионах и их балансе.

Ошибка многих начинающих пивоваров заключается в том, что они пытаются контролировать всё сразу, не разобравшись с главным. Они покупают соли, кислоты, pH-метры, лабораторные тесты, но при этом не понимают, как эти инструменты связаны между собой и что именно они корректируют. В результате они получают набор цифр без системы и не могут предсказать результат своих действий. Гораздо эффективнее освоить три ключевых параметра, понять их взаимосвязь и только потом двигаться дальше.

В итоге можно сказать, что жёсткость, щёлочность и pH затора — это три опоры, на которых держится управление водой в пивоварении. Жёсткость предоставляет ионы, щёлочность определяет сопротивление подкислению, а pH затора показывает результат их взаимодействия

с солодом. Понимание этих трёх параметров позволяет осознанно подходить к коррективке воды и предсказывать, как изменения отразятся на пиве. Всё остальное — детали, которые уточняются по мере необходимости и углубляются в следующих главах.

«У меня хорошая вода» — почему это ничего не значит

Фраза «у меня хорошая вода» звучит в разговорах домашних пивоваров постоянно, и произносят её с уверенностью, которая обычно не подкреплена никакими данными. Человек пьёт эту воду годами, заваривает на ней чай, варит суп, и она не вызывает у него никаких нареканий, а значит, по его мнению, должна подходить и для пива. Логика здесь кажется безупречной, но только до тех пор, пока не выясняется, что критерии «хорошести» для питья и для пивоварения совершенно разные. Вода может быть приятной на вкус и при этом непригодной для светлого лагеря, и это не противоречие, а норма.

Питьевая вода оценивается по нескольким простым параметрам: она не должна иметь посторонних запахов и привкусов, не должна содержать патогенных микроорганизмов и вредных веществ выше установленных норм, и должна быть прозрачной. Эти требования обеспечивают безопасность и комфорт при употреблении, но ничего не говорят о том, как вода поведёт себя в заторе. Санитарные нормы не учитывают ни щёлочность, ни соотношение сульфатов и хлоридов, ни содержание кальция, потому что для питья эти параметры второстепенны. Для пивовара же они выходят на первый план, и вода, безупречная с точки зрения санитарных требований, может оказаться совершенно неподходящей для варки.

Простой пример: вода с высокой щёлочностью часто считается вкусной, потому что бикарбонаты придают ей мягкость и округлость, а иногда и лёгкую сладость. Люди пьют её с удовольствием, используют для приготовления пищи и не видят причин для беспокойства. Однако для пивоварения эта же вода становится проблемой, потому что бикарбонаты сопротивляются подкислению затора и не дают pH опуститься в нужный диапазон. Пиво, сваренное на такой воде, получается грубым, вязущим и лишённым чистоты, но человек будет долго искать причину в дрожжах и хмеле, не подозревая, что всё дело в воде, которую он считал хорошей.

Ещё один пример — вода с высоким содержанием хлора, которая в большинстве городов подаётся в водопровод и считается вполне пригодной для питья. Хлор добавляют для дезинфекции, и в тех концентрациях, которые безопасны для человека, он не ощущается при питье, особенно если воду охладить. Однако в пивоварении хлор взаимодействует с фенольными соединениями солода и хмеля, образуя хлорфенолы, которые дают характерный аптечный или «пластиковый» запах. Этот дефект невозможно исправить никакими другими средствами, и пиво получается испорченным, хотя вода была «хорошей» по всем бытовым меркам.

Третий пример — железо, которое часто присутствует в воде из старых труб или из скважин. В концентрациях ниже порога вкусового восприятия человек не замечает его, и вода кажется нормальной, а иногда даже приятной, потому что железо придаёт ей свежесть. В пиве же железо катализирует окислительные реакции, которые ведут к быстрому старению, появлению металлического или «чернильного» привкуса и помутнению. Даже небольшие количества, которые не ощущаются в воде, оказываются достаточными, чтобы испортить пиво через месяц после розлива, и пивовар будет искать причину где угодно, только не в воде.

Проблема усугубляется тем, что «хорошая вода» — это понятие относительное и зависит от того, что вы варите. Вода, идеальная для стаута, может быть совершенно непригодной для пльзенского лагера, и наоборот. Тёмный солод подкисляет затор и нейтрализует щёлочность, поэтому вода с высоким содержанием бикарбонатов для тёмных стилей подходит. Светлый солод почти не подкисляет, и та же самая вода для светлых стилей становится проблемой. Это означает, что универсальной «хорошей воды» не существует, и вопрос нужно ставить иначе: хорошая для чего именно.

Исторические примеры хорошо иллюстрируют эту мысль, потому что стили пива формировались под воду, которая была доступна в регионе. В Бёртоне вода была гипсовой, с высоким содержанием сульфатов, и это подчёркивало хмелевую горечь, что и сделало местные IPA такими, какими мы их знаем. В Пльзене вода была очень мягкой, с низкой щёлочностью, и это позволяло варить светлые лагеры с чистым солодовым вкусом. В Дублине вода была щелочной, и это компенсировалось тёмным солодом, который подкислял затор. Ни одна из этих вод не была «хорошей» в абсолютном смысле, но каждая была подходящей для своего стиля.

Современный домашний пивовар находится в другом положении, потому что он не привязан к одной воде и может её менять. У него есть возможность использовать бутилированную воду, обратный осмос, дистиллят или смешивать разные источники, чтобы получить нужный профиль. Это означает, что вопрос «хорошая ли у меня вода» теряет смысл, потому что правильнее спросить: что я хочу сварить и какую воду для этого нужно подготовить. Смещение фокуса с оценки на действие — это первый шаг к осознанному пивоварению.

Многие пивовары сопротивляются этой идее, потому что она требует усилий и отказа от привычного подхода. Проще считать, что вода — это данность, и искать проблемы в других местах, чем признать, что вода требует внимания и работы. Однако опыт показывает, что контроль воды даёт один из самых заметных приростов в качестве пива на единицу затраченных усилий. Изменение воды меняет вкус сильнее, чем смена дрожжей или хмеля, и это происходит потому, что вода влияет на все этапы одновременно.

Есть и психологический аспект: человеку трудно поверить, что то, что он считал хорошим, может быть плохим, потому что это задевает его картину мира. Он пьёт эту воду, его семья пьёт эту воду, соседи пьют эту воду, и все довольны, а значит, с водой всё в порядке. Признать, что для пивоварения она не подходит, — значит признать, что привычное не всегда правильное, и это требует определённой гибкости. Именно поэтому разговор о воде часто начинается не с данных, а с преодоления внутреннего сопротивления.

Практический вывод из всего этого прост: не оценивайте воду по вкусу, а измеряйте её состав. Вкус — это субъективный показатель, который к тому же зависит от температуры, от настроения и от привычки, и он не говорит ничего о том, как вода поведёт себя в заторе. Цифры же говорят вполне конкретные вещи: сколько кальция, сколько бикарбонатов, сколько сульфатов, есть ли железо и хлор. Эти цифры можно сравнить с целевыми значениями для стиля и понять, что нужно исправить. Без цифр вы работаете вслепую, даже если вам кажется, что вы всё чувствуете.

Если у вас нет возможности сделать лабораторный анализ, начните с домашних тестов на жёсткость и щёлочность, потому что эти два параметра дают наибольшую информацию. Капельные тесты для аквариумистов стоят недорого, продаются в зоомагазинах и позволяют получить цифры, которые уже можно использовать для расчётов. Этого недостаточно для пол-

ной картины, но достаточно, чтобы понять, в какую сторону двигаться и какие проблемы вероятны. Постепенно, по мере накопления опыта и данных, картина будет уточняться.

Ещё один аргумент против оценки воды по вкусу: вкус воды меняется в зависимости от температуры и от того, что вы ели перед этим. Холодная вода кажется более свежей и чистой, тёплая — более мягкой и полной, и эти ощущения не имеют отношения к её минеральному составу. Человек, который пробует воду из-под крана, получает искажённую картину, потому что его восприятие зависит от множества факторов, не связанных с химией. Измерение же даёт объективные данные, которые не зависят от настроения и от времени суток.

Наконец, стоит сказать, что «хорошая вода» — это не комплимент, а оценка, которая требует контекста. Хорошая для питья, хорошая для чая, хорошая для кофе, хорошая для пива — это четыре разных набора параметров, и они могут не совпадать. Кофе, кстати, тоже требует определённого состава воды, и вода, идеальная для эспresso, может быть непригодна для лагера. Каждый напиток предъявляет свои требования, и пивоварение не исключение. Признание этого факта — первый шаг к тому, чтобы перестать полагаться на ощущения и начать работать с данными.

В итоге фраза «у меня хорошая вода» должна быть заменена на вопрос «какой состав у моей воды и что мне с ним делать». Этот вопрос требует ответа, и ответ можно получить либо лабораторным анализом, либо домашними тестами, либо использованием воды с известным составом. После этого становится возможным осознанный выбор: оставить воду как есть, разбавить её, добавить соли или полностью заменить на другую. Такой подход превращает воду из данности в инструмент, и именно с этого начинается настоящее управление пивоварением.

Подводя итоги главы, можно с уверенностью сказать, что вода в пивоварении — это не пассивный растворитель, а активный участник процесса, и это утверждение перестаёт быть абстракцией после того, как мы проследили её роль на каждом этапе. На затирации она определяет pH и тем самым задаёт условия работы ферментов, от которых зависят и выход экстракта, и соотношение сбраживаемых сахаров и декстринов. На промывке она решает, что вымоется вместе с сахарами и не попадёт ли в сусло лишнее. На кипячении она участвует в коагуляции белков и в формировании горечи. На брожении она предоставляет дрожжам микроэлементы, от которых зависит их поведение. На карбонизации и в готовом пиве она сохраняет своё влияние до последнего глотка.

Три параметра — общая жёсткость, щёлочность и pH затора — образуют каркас, на котором держится управление водой. Жёсткость показывает, сколько в воде кальция и магния, и от этого зависит подкисление затора, коагуляция белков и флокуляция дрожжей. Щёлочность определяет, насколько сильно вода сопротивляется подкислению, и именно она чаще всего становится причиной проблем у тех, кто не обращает на неё внимания. pH затора является результатом взаимодействия воды и солода, и именно на него нужно ориентироваться в первую очередь, потому что он напрямую влияет на вкус и на эффективность варки. Эти три параметра связаны между собой, и изменение одного из них неизбежно сказывается на остальных.

Утверждение «у меня хорошая вода» не имеет отношения к пивоварению, потому что критерии пригодности для питья и для варки не совпадают. Вода может быть вкусной, безопасной и приятной в чайнике, но при этом содержать бикарбонаты, которые не дадут затору подкислиться, хлор, который даст аптечный привкус, или железо, которое ускорит старение пива. Оценка воды по вкусу субъективна и ненадёжна, потому что зависит от температуры, от

привычки и от множества других факторов. Единственный способ узнать, что представляет собой ваша вода, — это измерить её состав и сравнить с целевыми значениями для того стиля, который вы собираетесь варить.

Из этого следует практический вывод: начинать работу с водой нужно не с покупки солей и кислот, а с получения данных о её составе. Лабораторный анализ даёт наиболее полную картину, домашние капельные тесты позволяют получить базовые цифры за небольшие деньги, а использование воды с известным составом полностью снимает вопрос неопределённости. После того как данные получены, становится возможным осознанный выбор: оставить воду как есть, разбавить её, добавить соли или заменить на другую. Без данных любые действия превращаются в угадывание, даже если они выглядят обоснованными.

Глава показала, что вода заслуживает такого же внимания, как солод, хмель и дрожжи, и что контроль над ней даёт один из самых заметных приростов в качестве пива. Дальнейшие главы будут посвящены отдельным ионам и их влиянию, методам анализа воды и расчёту целевых профилей, но основа заложена именно здесь. Понимание того, что вода влияет на всех этапах и что её состав можно измерить и изменить, — это тот фундамент, на котором строится всё остальное. Следующий шаг — разобраться, какие именно ионы важны и как каждый из них работает.

Шесть ионов, которые решают всё

Вода, какой бы чистой она ни казалась, всегда содержит растворённые вещества, и среди них есть группа ионов, которые определяют поведение воды в заторе и в готовом пиве. Эти ионы попадают в воду из природных источников, из труб, по которым она течёт, и из тех добавок, которые вносят сами пивовары. Их концентрации могут различаться в десятки и сотни раз, и именно это различие объясняет, почему один и тот же рецепт в разных руках даёт разный результат. Разобраться в том, какие ионы важны и как каждый из них работает, — значит получить ключ к управлению водой, а через неё и к управлению пивом.

Шесть ионов заслуживают особого внимания, потому что они влияют на пиво сильнее остальных и чаще всего требуют корректировки. Это кальций, магний, сульфаты, хлориды, натрий и бикарбонаты, и каждый из них играет свою роль, не похожую на роли других. Одни ионы участвуют в химических реакциях затора и влияют на pH, другие формируют вкус готового пива, третьи вредят, если их слишком много. Понимание этих ролей позволяет не просто копировать чужие профили, а осознанно собирать воду под конкретную задачу.

Важно сразу оговорить, что влияние иона определяется не только его присутствием, но и концентрацией, потому что почти любое вещество полезно в малых количествах и вредно в больших. Кальций необходим для подкисления затора и для флокуляции дрожжей, но его избыток делает пиво жёстким и вязущим. Сульфаты подчёркивают хмель, но в чрезмерных количествах дают резкую, металлическую горечь. Хлориды усиливают солодовую сладость, но выше определённого порога начинают ощущаться как солёность. Именно поэтому в пивоварении говорят не о наличии ионов, а об их целевых диапазонах.

Есть и ещё одна закономерность: ионы влияют друг на друга, и их действие нельзя рассматривать изолированно. Соотношение сульфатов и хлоридов определяет стилевую направленность пива сильнее, чем абсолютные значения каждого из них по отдельности. Кальций и бикарбонаты действуют в противоположных направлениях, и результат зависит от того, кто кого перевесит. Магний и натрий редко требуют внимания, но если их слишком много, они перекрывают всё остальное. Эта взаимосвязь означает, что воду нужно настраивать комплексно, а не по одному параметру за раз.

В этой главе мы разберём каждый из шести ионов по отдельности, но будем постоянно держать в уме их взаимное влияние. Мы посмотрим, откуда они берутся, как влияют на процесс, какие концентрации считаются целевыми и что происходит при отклонениях. Мы также обсудим соотношение сульфатов и хлоридов как отдельный инструмент настройки стиля, потому что это соотношение работает иначе, чем каждый из этих ионов сам по себе. После этой главы станет понятно, какие ионы нужно контролировать в первую очередь и почему именно они определяют результат.

Кальций

Кальций (Ca^{2+}) — это ион, с которого начинается любое серьёзное обсуждение водоподготовки, и не потому, что он самый важный вообще, а потому, что он самый универсальный. Он участвует в подкислении затора, в коагуляции белков, в флокуляции дрожжей и в осаждении оксалатов, то есть работает на всех ключевых этапах процесса. Ни один другой ион не имеет такого широкого спектра действия, и ни один другой ион не требует такого внимания при

настройке воды. Именно кальций чаще всего добавляют в воду в виде гипса (CaSO_4) или хлорида кальция (CaCl_2), и именно его концентрацию проверяют в первую очередь. Химическое обозначение Ca^{2+} указывает на то, что это двухвалентный катион, то есть положительно заряженная частица, способная связываться с двумя отрицательно заряженными группами одновременно.

Начнём с механизма, который делает кальций главным инструментом управления pH затора, потому что без понимания этого механизма все дальнейшие рекомендации выглядят произвольными. В солоде содержатся фосфаты, которые при растворении в воде диссоциируют и высвобождают ионы водорода (H^+), подкисляя среду. Однако этот процесс ограничен, потому что высвободившиеся ионы водорода накапливаются и сдвигают равновесие обратно. Кальций вмешивается в эту картину, связывая фосфаты и выводя их из раствора в виде нерастворимого осадка, и тем самым заставляет фосфаты диссоциировать дальше, высвобождая новые порции H^+ . Чем больше Ca^{2+} , тем сильнее сдвиг в кислую сторону, и тем ниже pH затора при прочих равных условиях.

Этот механизм работает не бесконечно, потому что количество фосфатов в солоде ограничено, и после того как они все связаны, дальнейшее добавление кальция уже не даёт эффекта. Кроме того, Ca^{2+} связывается не только с фосфатами, но и с другими соединениями, включая белки и полифенолы, и часть его уходит на эти реакции. Именно поэтому расчёт необходимого количества кальция ведут не по принципу «чем больше, тем лучше», а исходя из конкретного солодового состава и целевого pH. Опытные пивовары используют Ca^{2+} как точный инструмент, а не как грубый рычаг, и это различие определяет качество результата.

Второй механизм, в котором участвует кальций, — это коагуляция белков на этапе кипячения. Белки, растворённые в сусле, при нагреве денатурируют и слипаются в крупные агрегаты, которые выпадают в осадок и удаляются вместе с брейком. Ca^{2+} образует мостики между отрицательно заряженными группами белков и способствует их агрегации, то есть работает как связующее звено. Без достаточного количества кальция белки остаются в растворённом состоянии и переходят в готовое пиво, где впоследствии дают мутность и нестабильность. Это особенно заметно в пиве, которое хранится долго или подвергается охлаждению, потому что при низких температурах белки выпадают в осадок и образуют так называемую холодную муть.

Третий механизм — флокуляция дрожжей, то есть их способность слипаться и оседать на дно после завершения брожения. Кальций участвует в этом процессе, связываясь с поверхностью дрожжевых клеток и помогая им образовывать агрегаты, которые достаточно тяжелы, чтобы опуститься. Если Ca^{2+} недостаточно, дрожжи остаются во взвешенном состоянии дольше, чем нужно, и пиво получается мутным и нестабильным, а вкус — грубым и дрожжевым. Если кальция слишком много, дрожжи оседают слишком рано, и брожение останавливается, не дойдя до нужной плотности, что приводит к сладкому, недоброброженному пиву. Баланс здесь тонкий, и вода — один из главных инструментов его настройки.

Четвёртый механизм, о котором часто забывают, — это осаждение оксалатов, которые образуются в процессе затирания и переходят в сусло. Оксалаты могут выпадать в осадок в виде солей кальция, и если Ca^{2+} достаточно, этот процесс идёт ещё на этапе кипячения, и осадок удаляется вместе с брейком. Если кальция не хватает, оксалаты остаются в растворе и выпадают позже, уже в бутылке или в кеге, образуя нежелательный осадок и ухудшая вкус. Этот механизм не так заметен, как первые три, но он важен для стабильности готового пива, особенно если речь идёт о хранении в течение нескольких месяцев.

Теперь перейдём к целевым концентрациям, потому что именно они вызывают больше всего вопросов у начинающих пивоваров. Общепринятый диапазон для кальция в воде для пивоварения составляет примерно 40—100 ppm, и в этих пределах он выполняет свои функции без побочных эффектов. Нижняя граница определяется тем, что ниже 40 ppm кальций может не справиться с подкислением затора и с коагуляцией белков, особенно если солод светлый и щёлочность воды высокая. Верхняя граница определяется тем, что выше 100 ppm кальций начинает ощущаться на вкус и делает пиво более жёстким, а также может привести к избыточному осаждению дрожжей.

Ppm расшифровывается как *parts per million*, то есть «частей на миллион», и это просто способ выразить очень маленькую концентрацию. Один ppm означает, что в одном миллионе частей раствора содержится одна часть растворённого вещества, и для воды это эквивалентно одному миллиграмму на литр ($1 \text{ ppm} \approx 1 \text{ мг/л}$), потому что литр воды весит примерно миллион миллиграммов. Простому человеку это удобно представлять так: если в 20 литрах воды вам нужно получить концентрацию 50 ppm кальция, значит, в этих 20 литрах должно быть растворено 50 миллиграммов кальция на каждый литр, то есть всего 1000 миллиграммов, или один грамм. Именно в этих единицах измеряются все концентрации ионов в пивоварении, и все калькуляторы и таблицы работают с ppm или мг/л, которые для практических целей можно считать одинаковыми.

Эти цифры не являются догмой, и в разных источниках можно встретить другие рекомендации, потому что многое зависит от стиля и от солодового состава. Для светлых лагерей часто рекомендуют держать кальций ближе к нижней границе, чтобы не вносить лишних минералов и сохранить чистоту вкуса. Для элей и особенно для хмелевых стилей кальций можно поднимать выше, потому что он помогает справиться с более плотным затором и подчёркивает хмелевую горечь. Для тёмных стилей кальций тоже важен, но там его роль частично берёт на себя тёмный солод, который сам подкисляет затор.

Источники кальция в воде разнообразны, и они определяют, какие ещё ионы попадают в пиво вместе с ним. Природный кальций обычно связан с бикарбонатами (HCO_3^-), сульфатами (SO_4^{2-}) или хлоридами (Cl^-), и от того, какая именно соль преобладает, зависит общий профиль воды. Если вы добавляете кальций самостоятельно, то чаще всего используете гипс (CaSO_4) или хлорид кальция (CaCl_2), и каждый из этих вариантов вносит не только Ca^{2+} , но и свой анион. Выбор между ними определяется тем, какой стиль вы варите и какой баланс сульфатов и хлоридов вам нужен.

Гипс, или сульфат кальция (CaSO_4), — это самый распространённый источник кальция в пивоварении, и его часто используют для подкисления затора и для усиления хмелевой горечи. Он плохо растворяется в воде, поэтому его добавляют в затор или в кипящее сусло, где он постепенно переходит в раствор. Гипс вносит и Ca^{2+} , и SO_4^{2-} , и это нужно учитывать при расчёте, потому что сульфаты тоже влияют на вкус. Если вы добавляете гипс, вы одновременно решаете две задачи: подкисляете затор и подчёркиваете хмель.

Хлорид кальция (CaCl_2) — второй по популярности источник, и он растворяется лучше гипса, что делает его удобнее в использовании. Он вносит Ca^{2+} и Cl^- , которые усиливают солодовую сладость и полноту тела, и это делает его предпочтительным для стилей, где нужен мягкий, округлый вкус. Хлорид кальция часто используют в сочетании с гипсом, чтобы сбаланси-

ровать профиль и получить нужное соотношение SO_4^{2-} и Cl^- . Как и гипс, он требует точного расчёта, потому что избыток хлоридов даёт солёный привкус.

Помимо гипса и хлорида кальция, существует мел, или карбонат кальция (CaCO_3), который иногда используют для повышения щёлочности воды. Однако мел плохо растворяется и часто не даёт ожидаемого эффекта, а его избыток может привести к помутнению пива. В современных руководствах мел считается устаревшим инструментом, и вместо него рекомендуют использовать другие способы повышения щёлочности. Если вы всё же используете CaCO_3 , добавляйте его в затор, а не в промывную воду, и следите за тем, чтобы он полностью растворился.

Отдельно стоит сказать про кальций, который уже содержится в вашей воде, потому что его не нужно добавлять, если он там есть в достаточном количестве. Прежде чем вносить гипс или хлорид кальция, измерьте исходную концентрацию Ca^{2+} и сравните её с целевой. Если исходная концентрация уже находится в диапазоне 40—100 ppm, добавлять ничего не нужно, и любые добавки приведут к превышению. Если концентрация ниже, рассчитайте, сколько нужно добавить, чтобы попасть в целевой диапазон, и внесите соответствующее количество соли.

Расчёт количества кальция, которое нужно добавить, ведётся в миллиграммах на литр, или в ppm, и переводится в граммы соли с учётом объёма воды. Например, чтобы поднять концентрацию Ca^{2+} на 50 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество CaSO_4 или CaCl_2 , и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соль, чтобы получить нужную концентрацию иона, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важнее, чем в большинстве других аспектов пивоварения, потому что Ca^{2+} влияет на многие процессы одновременно.

В итоге кальций можно сравнить с фундаментом, на котором держится управление водой, потому что он участвует во всех ключевых процессах и задаёт условия для остальных ионов. Он подкисляет затор, помогает белкам выпадать в осадок, поддерживает флокуляцию дрожжей и предотвращает образование пивного камня. Его целевой диапазон — 40—100 ppm, и в этих пределах он работает без побочных эффектов, а отклонения в ту или иную сторону дают предсказуемые последствия. Понимание роли Ca^{2+} — это первый шаг к осознанному управлению водой, и без него все остальные расчёты теряют смысл.

Магний

Магний (Mg^{2+}) — это второй по значимости двухвалентный катион в воде для пивоварения, и его часто рассматривают в паре с кальцием, потому что оба они определяют общую жёсткость воды. Однако роль магния в пивоварении скромнее, чем роль кальция, и это различие важно понимать, чтобы не переоценивать его значение. Магний необходим дрожжам как микроэлемент, но солод обычно поставляется в достаточном количестве, и дефицит магния в заторе встречается редко. Именно поэтому магний редко добавляют в воду специально, а чаще следят за тем, чтобы его не было слишком много.

Начнём с того, зачем магний вообще нужен, потому что без понимания его функции легко впасть в одну из двух крайностей. Mg^{2+} входит в состав многих ферментов, которые участвуют в метаболизме дрожжевой клетки, включая ферменты гликолиза и синтеза белков.

Без магния дрожжи не могут эффективно усваивать сахара и размножаться, и это сказывается на скорости брожения и на полноте сбраживания. Кроме того, магний участвует в поддержании целостности клеточных мембран и в регуляции внутриклеточного pH. Однако всё это не означает, что магний нужно добавлять в воду, потому что солод содержит его в количествах, которые обычно перекрывают потребности дрожжей.

Солод, как и любое зерно, богат магнием, и при затирании значительная часть этого магния переходит в сусло. Концентрация Mg^{2+} в сусле оказывается достаточной для нормального брожения даже в тех случаях, когда вода для пивоварения содержит магний в минимальных количествах. Это означает, что дрожжи получают необходимый им микроэлемент не столько из воды, сколько из солода, и вода здесь играет второстепенную роль. Именно поэтому в большинстве руководств по водоподготовке магний упоминается скорее как параметр, который нужно контролировать, чем как параметр, который нужно корректировать.

Теперь перейдём к тому, что происходит, если магния слишком много, потому что именно здесь начинаются реальные проблемы. Избыток Mg^{2+} в воде для пивоварения даёт два неприятных эффекта: горечь, которая ощущается как резкая и не связана с хмелем, и слабительное действие, которое проявляется у людей, чувствительных к сульфату магния. Порог, выше которого эти эффекты становятся заметными, составляет примерно 30 ppm, и это тот ориентир, который стоит держать в голове. Если концентрация Mg^{2+} приближается к этому значению или превышает его, воду лучше разбавить или заменить.

Чтобы понять, много это или мало, полезно сравнить с другими ионами: кальций в воде для пивоварения обычно держат в диапазоне 40—100 ppm, то есть в два-три раза выше, чем допустимый максимум для магния. Это означает, что магний — ион, который вреден в концентрациях, которые для кальция были бы нормальными или даже низкими. На практике это выглядит так: если в вашей воде 25 ppm магния, это уже близко к порогу, а если 40 ppm, то пиво, скорее всего, будет горчить не хмелем, а именно магнием. Именно поэтому магний редко добавляют специально, а если добавляют, то в малых количествах и с осторожностью.

Источники магния в воде разнообразны, и они определяют, насколько велик риск превышения. Природный магний обычно связан с сульфатами (SO_4^{2-}) или бикарбонатами (HCO_3^-), и от того, какая именно соль преобладает, зависит не только концентрация Mg^{2+} , но и общий профиль воды. Если вы добавляете магний самостоятельно, то чаще всего используете сульфат магния ($MgSO_4$), который известен как соль Эпсома, или английская соль. Этот препарат вносит и Mg^{2+} , и SO_4^{2-} , и это нужно учитывать при расчёте, потому что сульфаты тоже влияют на вкус. Использовать $MgSO_4$ стоит только тогда, когда вам действительно нужен магний, а не тогда, когда вы просто хотите подкислить затоп.

Соль Эпсома, или сульфат магния ($MgSO_4$), — это самый распространённый источник магния в пивоварении, и его часто продают в аптеках как слабительное средство. Это уже само по себе говорит о том, что с дозировкой нужно быть осторожным, потому что тот же эффект, который полезен при запорах, в пиве будет восприниматься как дефект. $MgSO_4$ хорошо растворяется в воде, что делает его удобным в использовании, но это же свойство означает, что он быстро переходит в сусло и полностью проявляет своё действие. Если вы используете соль Эпсома, добавляйте её в малых количествах и только после того, как убедились, что магния в воде действительно не хватает.

Помимо сульфата магния, существует хлорид магния (MgCl_2), который иногда используют как источник Mg^{2+} и Cl^- одновременно. Однако этот препарат менее популярен, потому что он вносит хлориды, которые и без того часто присутствуют в воде в достаточных количествах. Кроме того, MgCl_2 гигроскопичен, то есть поглощает влагу из воздуха, и это затрудняет точное взвешивание. Если у вас есть выбор между MgSO_4 и MgCl_2 , чаще всего разумнее выбрать первый, если только вам не нужны дополнительные хлориды для конкретного стиля.

Целевые концентрации магния в воде для пивоварения обычно не указываются отдельно, потому что этот параметр считается второстепенным. Общее правило таково: если магний в воде меньше 10 ppm, это нормально и не требует вмешательства; если он в диапазоне 10—30 ppm, это допустимо, но требует внимания; если он выше 30 ppm, воду нужно разбавлять или заменять. В большинстве случаев вода из централизованных источников содержит магний в количествах, которые не создают проблем, и это ещё одна причина, по которой магний редко становится предметом корректировки.

Есть и ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: магний влияет на вкус пива не только через горечь, но и через восприятие общей жёсткости. Вода с высоким содержанием Mg^{2+} воспринимается как более «тяжёлая» и «минеральная», и это может быть как плюсом, так и минусом в зависимости от стиля. Для тёмных стилей, где минеральность уместна, небольшое количество магния может добавить сложности, но для светлых лагеров, где нужна чистота, он будет лишним. Именно поэтому вопрос о магнии всегда решается в контексте стиля, а не сам по себе.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что магний нужно добавлять для дрожжей так же, как кальций. Это не так, потому что кальций участвует в подкислении затора и в коагуляции белков, то есть работает на технологические процессы, а магний — только на метаболизм дрожжей. Солод даёт дрожжам достаточное количество магния, и добавление Mg^{2+} в воду чаще всего не даёт заметного улучшения брожения. Напротив, избыток магния может угнетать дрожжи и замедлять процесс, потому что высокие концентрации Mg^{2+} нарушают ионный баланс клетки.

Если вы всё же решили добавить магний, например, для стиля, где нужна повышенная минеральность, начните с малых количеств и оцените результат. Добавьте столько MgSO_4 , чтобы концентрация Mg^{2+} поднялась на 5—10 ppm, и посмотрите, как это отразится на вкусе. Если эффект окажется положительным, можно увеличить дозировку, но не переходить порог в 30 ppm. Если эффект окажется нейтральным или отрицательным, от добавки лучше отказаться, потому что магний — не тот ион, ради которого стоит рисковать.

Расчёт количества магния, которое нужно добавить, ведётся так же, как и для кальция, в ppm или мг/л, с пересчётом в граммы соли. Например, чтобы поднять концентрацию Mg^{2+} на 10 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество MgSO_4 , и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соль, чтобы получить нужную концентрацию иона, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важна, потому что магний действует в узком диапазоне, и превышение порога даёт неприятные последствия.

В некоторых стилях, например в горьких английских элях или в некоторых видах стаутов, повышенная минеральность воды считается частью стиля. В таких случаях магний может присутствовать в концентрациях, близких к верхней границе, и это воспринимается как особенность, а не как дефект. Однако даже в этих случаях речь идёт о значениях порядка 20—30

ppm, а не о десятках и сотнях. Превышение этого диапазона уже не оправдывается стилем и воспринимается как ошибка, поэтому границу нужно чувствовать.

В итоге магний можно сравнить с инструментом, который нужен редко и требует осторожного обращения, потому что его полезное действие ограничено, а вредное начинается довольно низко. Он необходим дрожжам, но солод даёт его в достаточном количестве, и добавлять Mg^{2+} в воду стоит только в исключительных случаях. Порог в 30 ppm — это тот ориентир, который позволяет не перейти границу и не испортить пиво. Понимание роли магния помогает избежать крайностей: не игнорировать его полностью, но и не переоценивать его значение.

Сульфаты

Сульфаты (SO_4^{2-}) — это анион, который чаще всего обсуждают в паре с хлоридами, потому что вместе они формируют стилевую направленность пива и определяют, будет ли оно хмелевым или солодовым. SO_4^{2-} не участвует в подкислении затора так, как это делает кальций, и не влияет на ферментативные процессы напрямую, но его роль в восприятии вкуса огромна. Именно сульфаты подчёркивают хмелевую горечь, делают финиш сухим и придают пиву ту самую звонкость, которая отличает хороший индийский светлый эль от просто горького пива. Понимание сульфатов — это ключ к управлению хмелевыми стилями, и без него невозможно предсказать, как поведёт себя горечь в готовом напитке.

Начнём с механизма, потому что без него сульфаты кажутся просто одним из многих ионов, которые добавляют в воду. SO_4^{2-} не вступает в химические реакции с хмелевыми кислотами и не меняет их структуру, но он влияет на то, как эти кислоты воспринимаются рецепторами. Сульфат-ион усиливает ощущение сухости и горечи, делая её более резкой, более колючей и более продолжительной. Это происходит потому, что сульфаты повышают ионную силу раствора и меняют взаимодействие горьких соединений со вкусовыми рецепторами. В результате пиво с высоким содержанием SO_4^{2-} воспринимается как более хмелевое, даже если количество хмеля в рецепте не изменилось.

Важно понимать, что сульфаты не создают горечь, а именно подчёркивают ту, которая уже есть. Если в пиве мало хмеля, сульфаты не сделают его горьким, но если хмеля достаточно, они усилят его действие. Это различие принципиально, потому что многие начинающие пивовары пытаются исправить недостаток хмеля добавлением гипса ($CaSO_4$), и это не работает. Гипс вносит сульфаты, но если горечи в пиве нет, подчёркивать нечего. Сульфаты — это инструмент акцента, а не инструмент создания, и использовать их нужно соответственно.

Целевые концентрации SO_4^{2-} зависят от стиля, и диапазон здесь шире, чем для большинства других ионов. Для обычных элей, где хмель не является главной темой, достаточно 30—70 ppm, и этого хватает, чтобы подчеркнуть горечь, не делая её навязчивой. Для хмелевых стилей, таких как американский индийский светлый эль или американский светлый эль, концентрацию поднимают до 150—300 ppm, и это тот диапазон, в котором горечь раскрывается полностью. Для лагеров сульфаты обычно держат на нижней границе или даже ниже, потому что чистота вкуса важнее хмелевого акцента. Превышение верхней границы не даёт ничего хорошего, потому что горечь становится металлической и неприятной.

Чтобы понять, насколько это много или мало, полезно сравнить с содержанием сульфатов в природной воде: в большинстве регионов концентрация SO_4^{2-} колеблется в пределах 10—50 ppm, и этого недостаточно для ярко выраженного хмелевого профиля. Когда пивовар поднимает

сульфаты до 200 ppm, он увеличивает их содержание в четыре-двадцать раз по сравнению с исходным, и это осознанное вмешательство, а не естественный фон. На практике это выглядит так: чтобы получить 200 ppm SO_4^{2-} в 20 литрах воды, нужно добавить около 5—6 граммов гипса, и это количество легко отвесить на кухонных весах. Именно поэтому сульфаты — один из самых доступных инструментов настройки, потому что гипс продаётся в любом магазине для пивоваров и стоит недорого.

Источники сульфатов в воде разнообразны, и они определяют, какие ещё ионы попадают в пиво вместе с SO_4^{2-} . Природные сульфаты обычно связаны с кальцием, магнием или натрием, и от того, какая именно соль преобладает, зависит не только концентрация SO_4^{2-} , но и общий профиль воды. Если вы добавляете сульфаты самостоятельно, то чаще всего используете гипс (CaSO_4), который вносит и SO_4^{2-} , и Ca^{2+} , то есть решает две задачи одновременно. Реже используют сульфат магния (MgSO_4), но он поднимает магний, который, как мы уже знаем, нежелателен выше 30 ppm. Ещё реже используют сульфат натрия (Na_2SO_4), потому что натрий тоже нежелателен в больших количествах.

Гипс, или сульфат кальция (CaSO_4), — это главный инструмент для повышения сульфатов в воде для пивоварения. Он плохо растворяется в холодной воде, поэтому его добавляют либо в затор, либо в кипящее сусло, где растворимость повышается. Гипс вносит Ca^{2+} и SO_4^{2-} в соотношении, которое нужно учитывать при расчёте, потому что кальций тоже влияет на процесс. Если вы добавляете гипс только ради сульфатов, вы одновременно поднимаете кальций, и это может привести к превышению его целевого диапазона. Именно поэтому гипс используют в сочетании с другими солями, чтобы сбалансировать профиль.

Сульфат магния (MgSO_4), или соль Эпсома, — второй по популярности источник сульфатов, но его используют реже из-за риска превышения магния. Если вам нужны сульфаты, но не нужен кальций, MgSO_4 может показаться удобным вариантом, однако здесь есть ловушка. Каждый грамм MgSO_4 вносит и SO_4^{2-} , и Mg^{2+} , и если вы добавляете его в количествах, достаточных для заметного повышения сульфатов, вы почти наверняка превысите порог магния в 30 ppm. Именно поэтому MgSO_4 используют только в малых дозах или в тех случаях, когда магний в воде изначально низкий.

Сульфат натрия (Na_2SO_4) — это третий возможный источник, но он используется ещё реже, потому что вносит натрий, который тоже имеет свои ограничения. Если вода уже содержит натрий в заметных количествах, добавление Na_2SO_4 сделает её солёной, и это перекроет все преимущества сульфатов. Именно поэтому сульфат натрия практически не применяется в домашнем пивоварении, и его можно упомянуть только для полноты картины. На практике выбор сводится к гипсу и, с оговорками, к соли Эпсома.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что сульфаты нужны только для индийского светлого эля и других хмелевых стилей. Это не так, потому что сульфаты влияют на восприятие горечи в любом пиве, где есть хмель, а хмель есть везде. Даже в лагере, где горечь минимальна, небольшое количество SO_4^{2-} может сделать финиш более чистым и сухим, и это будет плюсом. Вопрос не в том, нужны ли сульфаты вообще, а в том, сколько их нужно для конкретного стиля и конкретного рецепта. Универсального ответа нет, и это ещё одна причина, по которой воду нужно настраивать под задачу.

Если вы варите стиль, где хмель не является главной темой, например стаут или портер, сульфаты нужно держать на нижней границе диапазона. В этих стилях горечь выполняет

вспомогательную роль, и её избыток делает пиво несбалансированным и резким. Напротив, если вы варите индийский светлый эль или новоанглийский индийский светлый эль, сульфаты можно поднимать смело, но с оговоркой: в новоанглийском стиле, где важнее мягкость и сочность, сульфаты часто держат ниже, чем в западном варианте. Это показывает, что даже внутри одного стилевого семейства подход может различаться, и слепое копирование чужих профилей не работает.

Расчёт количества сульфатов, которое нужно добавить, ведётся так же, как и для других ионов, в ppm или мг/л, с пересчётом в граммы соли. Например, чтобы поднять концентрацию SO_4^{2-} на 100 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество гипса, и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соль, чтобы получить нужную концентрацию иона, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важна, потому что сульфаты действуют в широком диапазоне, но превышение порога даёт неприятные последствия.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: сульфаты влияют не только на горечь, но и на общее восприятие пива, включая его сухость и питкость. Пиво с высоким содержанием SO_4^{2-} воспринимается как более лёгкое и освежающее, даже если плотность у него высокая. Это происходит потому, что сульфаты усиливают ощущение сухости во рту и делают финиш более чистым. Именно поэтому сульфаты часто используют в стилях, где нужна питкость, например в английском горьком ээле или в немецком пильзнере. Понимание этого эффекта позволяет использовать сульфаты не только для горечи, но и для формирования общего впечатления от напитка.

В некоторых случаях сульфаты могут давать неприятный эффект, который описывают как металлический или резкий. Это происходит, когда концентрация SO_4^{2-} превышает индивидуальный порог восприятия, который у разных людей может различаться. Обычно это проявляется при концентрациях выше 400—500 ppm, но некоторые пивовары чувствуют его уже при 300 ppm. Если вы замечаете в своём пиве металлический привкус, который не связан с железом, скорее всего, дело именно в сульфатах. В этом случае концентрацию стоит снизить и посмотреть, изменится ли восприятие.

Существует и обратная сторона медали: если сульфатов слишком мало, пиво может казаться вялым и невыразительным, особенно если в нём достаточно хмеля. Хмелевая горечь без поддержки сульфатов воспринимается как плоская и короткая, и пиво теряет ту самую звонкость, ради которой его варили. Именно поэтому для хмелевых стилей сульфаты не просто желательны, а необходимы, и их отсутствие ощущается как дефект. Это ещё раз подтверждает, что сульфаты — инструмент акцента, и без них даже хорошо охмелённое пиво может не раскрыться в полной мере.

В итоге сульфаты можно сравнить с увеличительным стеклом, которое делает хмелевую горечь более яркой и заметной, но не создаёт её само по себе. Целевой диапазон SO_4^{2-} зависит от стиля: 30—70 ppm для обычных эелей, 150—300 ppm для хмелевых стилей, и превышение верхней границы даёт металлический привкус. Главный источник сульфатов — гипс (CaSO_4), который одновременно вносит кальций, и это нужно учитывать при расчёте. Понимание роли сульфатов позволяет осознанно управлять хмелевым профилем и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Хлориды

Хлориды (Cl^-) — это второй анион, который вместе с сульфатами определяет стилевую направленность пива, и их часто рассматривают как противовес сульфатам. Cl^- не участвует в подкислении затора и не влияет на ферментативные процессы, но его роль в формировании вкуса не менее важна, чем роль SO_4^{2-} . Если сульфаты подчёркивают хмель и делают пиво сухим, то хлориды усиливают солодовую сладость и добавляют полноту тела. Понимание хлоридов — это ключ к управлению солодовыми стилями и к балансировке хмелевых, потому что именно соотношение SO_4^{2-} и Cl^- задаёт характер напитка.

Начнём с механизма, потому что без него хлориды кажутся просто ещё одним ионом, который добавляют в воду. Cl^- не вступает в химические реакции с солодовыми сахарами и не меняет их структуру, но он влияет на то, как эти сахара воспринимаются рецепторами. Хлорид-ион усиливает ощущение сладости и округлости, делая вкус более мягким и полным, и это происходит потому, что он повышает ионную силу раствора и меняет взаимодействие вкусовых соединений с рецепторами. В результате пиво с высоким содержанием Cl^- воспринимается как более солодовое, даже если состав солода в рецепте не изменился.

Важно понимать, что хлориды не создают сладость, а именно подчёркивают ту, которая уже есть. Если в пиве мало солода, хлориды не сделают его сладким, но если солода достаточно, они усилят его действие. Это различие принципиально, потому что многие начинающие пивовары пытаются исправить недостаток солодовости добавлением хлорида кальция (CaCl_2), и это не работает. CaCl_2 вносит хлориды, но если солодовости в пиве нет, подчёркивать нечего. Хлориды — это инструмент акцента, а не инструмент создания, и использовать их нужно соответственно.

Целевые концентрации Cl^- зависят от стиля, и диапазон здесь уже, чем для сульфатов, потому что избыток хлоридов даёт неприятный солёный привкус. Для большинства элей достаточно 50—100 ppm, и этого хватает, чтобы подчеркнуть солодовую сладость, не делая её навязчивой. Для солодовых стилей, таких как шотландский эль или бельгийский дуббель, концентрацию можно поднимать до 150—200 ppm, и это тот диапазон, в котором солодовость раскрывается полностью. Для хмелевых стилей хлориды обычно держат на нижней границе или даже ниже, потому что там главную роль играют сульфаты. Превышение верхней границы не даёт ничего хорошего, потому что пиво становится солёным и неприятным.

Чтобы понять, насколько это много или мало, полезно сравнить с содержанием хлоридов в природной воде: в большинстве регионов концентрация Cl^- колеблется в пределах 10—50 ppm, и этого недостаточно для ярко выраженной солодовой направленности. Когда пивовар поднимает хлориды до 100 ppm, он увеличивает их содержание в два-десять раз по сравнению с исходным, и это осознанное вмешательство, а не естественный фон. На практике это выглядит так: чтобы получить 100 ppm Cl^- в 20 литрах воды, нужно добавить около 6—7 граммов хлорида кальция, и это количество легко отвесить на кухонных весах. Именно поэтому хлориды — один из самых доступных инструментов настройки, потому что CaCl_2 продаётся в любом магазине для пивоваров и стоит недорого.

Источники хлоридов в воде разнообразны, и они определяют, какие ещё ионы попадают в пиво вместе с Cl^- . Природные хлориды обычно связаны с кальцием, магнием или натрием, и от того, какая именно соль преобладает, зависит не только концентрация Cl^- , но и общий

профиль воды. Если вы добавляете хлориды самостоятельно, то чаще всего используете хлорид кальция (CaCl_2), который вносит и Cl^- , и Ca^{2+} , то есть решает две задачи одновременно. Реже используют хлорид магния (MgCl_2), но он поднимает магний, который, как мы уже знаем, нежелателен выше 30 ppm. Ещё реже используют хлорид натрия (NaCl), то есть обычную поваренную соль, потому что натрий тоже нежелателен в больших количествах.

Хлорид кальция (CaCl_2) — это главный инструмент для повышения хлоридов в воде для пивоварения. Он хорошо растворяется в воде, что делает его удобным в использовании, и вносит Ca^{2+} и Cl^- в соотношении, которое нужно учитывать при расчёте. Хлорид кальция часто используют в сочетании с гипсом (CaSO_4), чтобы сбалансировать профиль и получить нужное соотношение SO_4^{2-} и Cl^- . Если вы добавляете CaCl_2 только ради хлоридов, вы одновременно поднимаете кальций, и это может привести к превышению его целевого диапазона. Именно поэтому хлорид кальция используют в сочетании с другими солями, чтобы сбалансировать профиль.

Хлорид магния (MgCl_2) — второй по популярности источник хлоридов, но его используют реже из-за риска превышения магния. Если вам нужны хлориды, но не нужен кальций, MgCl_2 может показаться удобным вариантом, однако здесь есть ловушка. Каждый грамм MgCl_2 вносит и Cl^- , и Mg^{2+} , и если вы добавляете его в количествах, достаточных для заметного повышения хлоридов, вы почти наверняка превысите порог магния в 30 ppm. Кроме того, MgCl_2 гигроскопичен, то есть поглощает влагу из воздуха, и это затрудняет точное взвешивание. Именно поэтому MgCl_2 используют только в малых дозах или в тех случаях, когда магний в воде изначально низкий.

Хлорид натрия (NaCl), то есть обычная поваренная соль, — это третий возможный источник, но он используется ещё реже, потому что вносит натрий, который тоже имеет свои ограничения. Если вода уже содержит натрий в заметных количествах, добавление NaCl сделает её солёной, и это перекроет все преимущества хлоридов. Именно поэтому поваренная соль практически не применяется в домашнем пивоварении, и её можно упомянуть только для полноты картины. На практике выбор сводится к хлориду кальция и, с оговорками, к хлориду магния.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что хлориды нужны только для солодовых стилей. Это не так, потому что хлориды влияют на восприятие сладости в любом пиве, где есть солод, а солод есть везде. Даже в индийском светлом ээле, где главную роль играют сульфаты, небольшое количество Cl^- может смягчить горечь и сделать пиво более сбалансированным. Вопрос не в том, нужны ли хлориды вообще, а в том, сколько их нужно для конкретного стиля и конкретного рецепта. Универсального ответа нет, и это ещё одна причина, по которой воду нужно настраивать под задачу.

Если вы варите стиль, где хмель является главной темой, например индийский светлый ээль или американский светлый ээль, хлориды нужно держать на нижней границе диапазона. В этих стилях солодовость выполняет вспомогательную роль, и её избыток делает пиво несбалансированным и тяжёлым. Напротив, если вы варите солодовые стили, такие как шотландский ээль или бельгийский дюббель, хлориды можно поднимать смело, но с оговоркой: в некоторых стилях, где важнее сухость и питкость, хлориды часто держат ниже, чем в классических солодовых вариантах. Это показывает, что даже внутри одного стилевого семейства подход может различаться, и слепое копирование чужих профилей не работает.

Расчёт количества хлоридов, которое нужно добавить, ведётся так же, как и для других ионов, в ppm или мг/л, с пересчётом в граммы соли. Например, чтобы поднять концентрацию Cl^- на 50 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество хлорида кальция, и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соль, чтобы получить нужную концентрацию иона, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важна, потому что хлориды действуют в узком диапазоне, и превышение порога даёт неприятные последствия.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: хлориды влияют не только на сладость, но и на общее восприятие пива, включая его мягкость и округлость. Пиво с высоким содержанием Cl^- воспринимается как более полное и бархатистое, даже если плотность у него невысокая. Это происходит потому, что хлориды усиливают ощущение маслянистости во рту и делают финиш более мягким. Именно поэтому хлориды часто используют в стилях, где нужна мягкость и округлость, например в английском коричневом эле или в бельгийском дюббеле. Понимание этого эффекта позволяет использовать хлориды не только для сладости, но и для формирования общего впечатления от напитка.

В некоторых случаях хлориды могут давать неприятный эффект, который описывают как солёный или минеральный. Это происходит, когда концентрация Cl^- превышает индивидуальный порог восприятия, который у разных людей может различаться. Обычно это проявляется при концентрациях выше 250—300 ppm, но некоторые пивовары чувствуют его уже при 200 ppm. Если вы замечаете в своём пиве солёный привкус, который не связан с добавлением соли, скорее всего, дело именно в хлоридах. В этом случае концентрацию стоит снизить и посмотреть, изменится ли восприятие.

Существует и обратная сторона медали: если хлоридов слишком мало, пиво может казаться пустым и невыразительным, особенно если в нём достаточно солода. Солодовая сладость без поддержки хлоридов воспринимается как плоская и короткая, и пиво теряет ту самую округлость, ради которой его варили. Именно поэтому для солодовых стилей хлориды не просто желательны, а необходимы, и их отсутствие ощущается как дефект. Это ещё раз подтверждает, что хлориды — инструмент акцента, и без них даже хорошо сбалансированное по солоду пиво может не раскрыться в полной мере.

В итоге хлориды можно сравнить с мягким светом, который делает солодовую сладость более яркой и заметной, но не создаёт её само по себе. Целевой диапазон Cl^- зависит от стиля: 50—100 ppm для большинства элей, 150—200 ppm для солодовых стилей, и превышение верхней границы даёт солёный привкус. Главный источник хлоридов — хлорид кальция (CaCl_2), который одновременно вносит кальций, и это нужно учитывать при расчёте. Понимание роли хлоридов позволяет осознанно управлять солодовым профилем и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Натрий

Натрий (Na^+) — это катион, который редко становится предметом отдельного разговора в пивоварении, потому что его влияние на вкус ограничено и проявляется только тогда, когда концентрация становится слишком высокой. Na^+ не участвует в подкислении затора, не влияет на ферментативные процессы и не формирует стилевую направленность, но при этом он присутствует почти в любой воде и может накапливаться до нежелательных значений. Основ-

ной источник натрия в воде для пивоварения — это умягчители, которые заменяют кальций и магний на натрий, и это делает их потенциально опасными для пива. Понимание роли натрия помогает избежать неприятных сюрпризов и правильно оценивать пригодность воды.

Начнём с того, зачем натрий вообще нужен, потому что без понимания его функции легко упасть в одну из двух крайностей. Na^+ участвует в поддержании осмотического баланса клеток и в транспорте питательных веществ через мембраны, и дрожжам он необходим в небольших количествах. Однако солод и вода обычно поставляют натрий в количествах, которые перекрывают потребности дрожжей, и дефицит натрия в пивоварении практически не встречается. Именно поэтому натрий не добавляют в воду специально, а следят за тем, чтобы его не было слишком много.

Теперь перейдём к тому, что происходит, если натрия слишком много, потому что именно здесь начинаются реальные проблемы. Избыток Na^+ в воде для пивоварения даёт солёный привкус, который ощущается как морская вода или как пересолённый суп, и это не тот эффект, который нужен в пиве. Порог, выше которого солёность становится заметной, составляет примерно 100 ppm, и это тот ориентир, который стоит держать в голове. Если концентрация Na^+ приближается к этому значению или превышает его, воду лучше разбавить или заменить.

Чтобы понять, много это или мало, полезно сравнить с содержанием натрия в природной воде: в большинстве регионов концентрация Na^+ колеблется в пределах 5—30 ppm, и этого недостаточно для появления солёности. Когда пивовар использует умягчённую воду, он может получить концентрацию Na^+ в диапазоне 100—300 ppm, потому что умягчитель заменяет каждый ион кальция или магния на два иона натрия. На практике это выглядит так: если вы используете умягчённую воду для варки, скорее всего, вы уже превысили порог солёности, даже не подозревая об этом. Именно поэтому умягчённая вода считается непригодной для пивоварения, хотя она отлично подходит для бытовых нужд.

Источники натрия в воде разнообразны, и они определяют, насколько велик риск превышения. Природный натрий обычно связан с хлоридами (Cl^-), сульфатами (SO_4^{2-}) или бикарбонатами (HCO_3^-), и от того, какая именно соль преобладает, зависит не только концентрация Na^+ , но и общий профиль воды. Если вы добавляете натрий самостоятельно, то чаще всего используете пищевую соду (NaHCO_3), которая вносит и Na^+ , и HCO_3^- , то есть одновременно повышает щёлочность. Реже используют хлорид натрия (NaCl), то есть обычную поваренную соль, но она вносит и Cl^- , и Na^+ , и это нужно учитывать при расчёте. Ещё реже используют сульфат натрия (Na_2SO_4), потому что он сочетает нежелательный натрий с сульфатами, которые тоже имеют свои ограничения.

Пищевая сода (NaHCO_3) — это самый распространённый источник натрия в пивоварении, и её используют для повышения щёлочности воды. Однако вместе со щёлочностью она вносит натрий, и это создаёт двойной эффект, который нужно учитывать. Если вы добавляете соду, чтобы поднять pH затора для тёмного стиля, вы одновременно повышаете концентрацию Na^+ , и это может привести к солёности. Именно поэтому соду используют с осторожностью и только в тех случаях, когда повышение щёлочности действительно необходимо.

Хлорид натрия (NaCl), то есть обычная поваренная соль, — это второй возможный источник, но он используется ещё реже, потому что вносит и натрий, и хлориды. Если вода уже содер-

жит хлориды в достаточных количествах, добавление NaCl делает её солёной, и это перекроет все преимущества. Именно поэтому поваренная соль практически не применяется в домашнем пивоварении, и её можно упомянуть только для полноты картины. На практике выбор сводится к соде и, с оговорками, к другим солям натрия.

Сульфат натрия (Na_2SO_4) — это третий возможный источник, но он используется ещё реже, потому что сочетает натрий с сульфатами. Если вам нужны сульфаты, но не нужен кальций, Na_2SO_4 может показаться удобным вариантом, однако здесь есть ловушка. Каждый грамм Na_2SO_4 вносит и SO_4^{2-} , и Na^+ , и если вы добавляете его в количествах, достаточных для заметного повышения сульфатов, вы почти наверняка превысите порог натрия в 100 ppm. Именно поэтому Na_2SO_4 практически не применяется в пивоварении, и его можно упомянуть только для полноты картины.

Отдельно стоит сказать про умягчённую воду, потому что это самый распространённый источник избытка натрия в домашнем пивоварении. Умягчители работают по принципу ионного обмена: они заменяют ионы кальция и магния на ионы натрия, и в результате вода становится мягкой, но при этом насыщается натрием. Для бытовых нужд это хорошо, потому что мягкая вода не образует накипи, но для пивоварения это катастрофа, потому что натрий даёт солёность, а кальций и магний, которые были удалены, необходимы для затора. Именно поэтому умягчённую воду нельзя использовать для варки, и это правило не имеет исключений.

Целевые концентрации натрия в воде для пивоварения обычно не указываются отдельно, потому что этот параметр считается второстепенным. Общее правило таково: если натрий в воде меньше 50 ppm, это нормально и не требует вмешательства; если он в диапазоне 50—100 ppm, это допустимо, но требует внимания; если он выше 100 ppm, воду нужно разбавлять или заменять. В большинстве случаев вода из централизованных источников содержит натрий в количествах, которые не создают проблем, и это ещё одна причина, по которой натрий редко становится предметом корректировки.

Есть и ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: натрий влияет на вкус пива не только через солёность, но и через восприятие общей минеральности. Вода с высоким содержанием Na^+ воспринимается как более тяжёлая и менее освежающая, и это может быть как плюсом, так и минусом в зависимости от стиля. Для некоторых стилей, например для гоуе или для солёных сортов пива, натрий может быть частью замысла, но для большинства стилей он нежелателен. Именно поэтому вопрос о натрии всегда решается в контексте стиля, а не сам по себе.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что натрий нужно добавлять для дрожжей так же, как кальций. Это не так, потому что кальций участвует в подкислении затора и в коагуляции белков, то есть работает на технологические процессы, а натрий — только на осмотический баланс клеток. Солод даёт дрожжам достаточное количество натрия, и добавление Na^+ в воду чаще всего не даёт заметного улучшения брожения. Напротив, избыток натрия может угнетать дрожжи и замедлять процесс, потому что высокие концентрации Na^+ нарушают ионный баланс клетки.

Если вы всё же решили добавить натрий, например, для стиля, где солёность уместна, начните с малых количеств и оцените результат. Добавьте столько соды или соли, чтобы концентрация Na^+ поднялась на 10—20 ppm, и посмотрите, как это отразится на вкусе. Если эффект окажется положительным, можно увеличить дозировку, но не переходить порог в 100

ppm. Если эффект окажется нейтральным или отрицательным, от добавки лучше отказаться, потому что натрий — не тот ион, ради которого стоит рисковать.

Расчёт количества натрия, которое нужно добавить, ведётся так же, как и для других ионов, в ppm или мг/л, с пересчётом в граммы соли. Например, чтобы поднять концентрацию Na^+ на 20 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество NaHCO_3 или NaCl , и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соль, чтобы получить нужную концентрацию иона, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важна, потому что натрий действует в узком диапазоне, и превышение порога даёт неприятные последствия.

В некоторых стилях, например в гозе или в некоторых видах солёного пива, натрий является частью замысла и присутствует в концентрациях, которые для других стилей были бы дефектом. В таких случаях речь идёт о значениях порядка 100—200 ppm, и это воспринимается как особенность, а не как ошибка. Однако даже в этих случаях концентрацию нужно контролировать, потому что превышение верхней границы делает пиво неприятным. Именно поэтому натрий остаётся ионом, который требует внимания, даже если в большинстве случаев он не является проблемой.

В итоге натрий остаётся ионом, который почти не требует внимания, но легко становится проблемой, если его источник не контролировать. Порог в 100 ppm — это та граница, за которой начинается солёность, и в большинстве случаев он не достигается, если вода не прошла через умягчитель. Главное правило простое: не используйте умягчённую воду для варки и проверяйте концентрацию Na^+ , если есть сомнения. Если исходная вода содержит натрий в пределах нормы, никаких действий не требуется. Натрий — это тот параметр, который проще не трогать, чем пытаться корректировать.

Бикарбонаты

Бикарбонаты (HCO_3^-) — это анион, который чаще всего становится главной проблемой при работе с водой, потому что именно от него зависит щёлочность и, как следствие, pH затора. HCO_3^- не подчёркивает вкус и не формирует стилевую направленность, но он сопротивляется подкислению, и это сопротивление нужно преодолевать. Для светлых стилей бикарбонаты — главный враг, потому что они не дают затору опуститься в нужный диапазон pH. Для тёмных стилей они терпимы, потому что тёмный солод сам подкисляет затор и частично нейтрализует щёлочность. Понимание бикарбонатов — это ключ к управлению pH, и без него невозможно варить стабильно.

Начнём с механизма, потому что без него бикарбонаты кажутся просто одним из многих ионов, которые присутствуют в воде. HCO_3^- — это сопряжённое основание угольной кислоты, и оно способно связывать ионы водорода (H^+), которые высвобождаются при растворении солода. Когда солод отдаёт H^+ , бикарбонаты нейтрализуют их и превращаются в угольную кислоту, которая затем распадается на воду и углекислый газ. Этот процесс гасит подкисление, и pH затора остаётся высоким, даже если солод должен был его снизить. Чем больше бикарбонатов, тем сильнее это гашение, и тем сложнее попасть в целевой диапазон pH.

Важно понимать, что бикарбонаты влияют именно на щёлочность, а не на pH напрямую. Вода может иметь нейтральный pH и при этом обладать высокой щёлочностью, потому что щёлочность определяется буферной ёмкостью, а не текущей концентрацией H^+ . Это означает,

что измерение pH воды ничего не говорит о её щёлочности, и для оценки последней нужен отдельный параметр. Именно поэтому в пивоварении говорят об остаточной щёлочности, а не о pH воды, потому что первая показывает, сколько кислоты потребуется для подкисления затора.

Целевые концентрации HCO_3^- зависят от стиля, и диапазон здесь шире, чем для большинства других ионов. Для светлых лагеров и светлых элей концентрацию держат на минимальном уровне, обычно ниже 50 ppm, а лучше — около нуля. Для тёмных стилей, таких как стаут или портер, допустимы значения 100—200 ppm, потому что тёмный солод подкисляет затор и компенсирует щёлочность. Для некоторых стилей, например для мюнхенского тёмного лагеря, допустимы значения до 250 ppm. Превышение этих значений не даёт ничего хорошего, потому что pH затора выходит за пределы целевого диапазона.

Чтобы понять, насколько это много или мало, полезно сравнить с содержанием бикарбонатов в природной воде: в большинстве регионов концентрация HCO_3^- колеблется в пределах 50—300 ppm, и это означает, что вода из-под крана почти всегда содержит бикарбонаты в количествах, которые требуют внимания. Когда пивовар варит светлый лагер на воде с 200 ppm HCO_3^- , он сталкивается с тем, что pH затора не опускается ниже 5,8—6,0, и ферменты работают не оптимально. На практике это выглядит так: чтобы снизить щёлочность на 100 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить около 10—12 миллилитров молочной кислоты или соответствующее количество кислотного солода. Именно поэтому работа с бикарбонатами — это в первую очередь работа с подкислением.

Источники бикарбонатов в воде разнообразны, и они определяют, насколько велика щёлочность и как с ней бороться. Природные бикарбонаты образуются при растворении карбонатных пород, и их концентрация зависит от геологии региона. Если вы добавляете бикарбонаты самостоятельно, то чаще всего используете пищевую соду (NaHCO_3), которая вносит и HCO_3^- , и Na^+ , то есть одновременно повышает щёлочность и натрий. Реже используют мел (CaCO_3), но он плохо растворяется и часто не даёт ожидаемого эффекта. Ещё реже используют гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), но он опасен в обращении и требует осторожности.

Пищевая сода (NaHCO_3) — это самый распространённый источник бикарбонатов в пивоварении, и её используют для повышения щёлочности воды. Однако вместе со щёлочностью она вносит натрий, и это создаёт двойной эффект, который нужно учитывать. Если вы добавляете соду, чтобы поднять pH затора для тёмного стиля, вы одновременно повышаете концентрацию Na^+ , и это может привести к солёности. Именно поэтому соду используют с осторожностью и только в тех случаях, когда повышение щёлочности действительно необходимо.

Мел (CaCO_3) — это второй возможный источник, но он используется реже, потому что плохо растворяется в воде. В холодной воде мел практически нерастворим, и даже в горячей он растворяется лишь частично, поэтому большая часть добавки остаётся в виде осадка. Кроме того, мел вносит кальций, который может быть полезен, но при этом он повышает щёлочность не так предсказуемо, как сода. Именно поэтому мел считается устаревшим инструментом, и вместо него рекомендуют использовать другие способы повышения щёлочности.

Гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), или гашёная известь, — это третий возможный источник, но он используется ещё реже, потому что опасен в обращении. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — это сильное основание, и при попадании на кожу или в глаза он вызывает химические ожоги. Кроме того, он повышает pH очень резко, и дозировать его сложно. Именно поэтому гидроксид кальция

практически не применяется в домашнем пивоварении, и его можно упомянуть только для полноты картины. На практике выбор сводится к соде и, с оговорками, к мелу.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что бикарбонаты нужно удалять любой ценой. Это не так, потому что для тёмных стилей умеренная щёлочность полезна, и её не нужно бороться. Проблема возникает только тогда, когда щёлочность слишком высока для конкретного солодового состава. Например, для стаута с большим количеством тёмного солода вода с 150 ppm HCO_3^- может быть вполне подходящей, потому что тёмный солод подкисляет затор и компенсирует щёлочность. Для светлого лагера та же вода будет проблемой, потому что светлый солод почти не подкисляет. Именно поэтому вопрос о бикарбонатах всегда решается в контексте стиля и солодового состава.

Если вы варите светлый стиль на воде с высокой щёлочностью, у вас есть несколько способов решения проблемы. Первый — разбавить воду дистиллированной или обратнoосмотической, чтобы снизить концентрацию HCO_3^- до приемлемого уровня. Второй — подкислить воду молочной, фосфорной или лимонной кислотой, чтобы нейтрализовать бикарбонаты. Третий — использовать кислотный солод, который вносит кислоту естественным образом. Четвёртый — добавить гипс или хлорид кальция, которые повышают концентрацию кальция и тем самым снижают pH. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор зависит от конкретной ситуации.

Расчёт количества кислоты, необходимого для нейтрализации бикарбонатов, ведётся в миллилитрах или граммах на литр, с учётом концентрации HCO_3^- и целевого pH. Например, чтобы снизить щёлочность на 100 ppm в 20 литрах воды, нужно добавить определённое количество молочной кислоты, и это количество зависит от её концентрации. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете кислоту, чтобы нейтрализовать бикарбонаты, а не просто льёте наугад. Точность здесь важна, потому что превышение дозировки даёт кислый привкус, а недостаток не решает проблему.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: бикарбонаты влияют не только на pH затора, но и на вкус готового пива. Вода с высокой щёлочностью даёт пиво с грубым, вяжущим вкусом, потому что высокий pH способствует экстракции полифенолов из оболочек солода. Эти полифенолы остаются в пиве и придают ему терпкость и сухость, которые не связаны с хмелем. Именно поэтому контроль бикарбонатов важен не только для технологических процессов, но и для вкуса. Пиво, сваренное на воде с низкой щёлочностью, воспринимается как более чистое и мягкое, и это заметно даже без прямого сравнения.

В некоторых случаях бикарбонаты могут давать неприятный эффект, который описывают как меловой или щелочной. Это происходит, когда концентрация HCO_3^- превышает индивидуальный порог восприятия, который у разных людей может различаться. Обычно это проявляется при концентрациях выше 300 ppm, но некоторые пивовары чувствуют его уже при 200 ppm. Если вы замечаете в своём пиве меловой привкус, который не связан с другими ионами, скорее всего, дело именно в бикарбонатах. В этом случае концентрацию стоит снизить и посмотреть, изменится ли восприятие.

Существует и обратная сторона медали: если бикарбонатов слишком мало, пиво может казаться резким и кислым, особенно если в нём мало тёмного солода. Тёмные стили нуждаются в некоторой щёлочности, чтобы сбалансировать кислотность солода и получить округлый вкус. Именно поэтому для стаутов и портеров иногда добавляют соду или мел, чтобы поднять

щёлочность до нужного уровня. Это ещё раз подтверждает, что бикарбонаты — не абсолютное зло, а инструмент, который нужно использовать в зависимости от задачи.

В итоге бикарбонаты можно сравнить с тормозом, который не даёт затору разогнаться в нужную сторону, и этот тормоз нужно либо отпустить, либо компенсировать. Целевой диапазон HCO_3^- зависит от стиля: ниже 50 ppm для светлых стилей, 100—200 ppm для тёмных, и превышение этих значений требует подкисления или разбавления. Главные способы борьбы — разбавление водой с низкой щёлочностью, подкисление кислотами или кислотным солодом, добавление кальциевых солей. Понимание роли бикарбонатов позволяет осознанно управлять pH затора и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Соотношение сульфатов и хлоридов

Соотношение сульфатов и хлоридов ($\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$) — это инструмент, который работает иначе, чем каждый из этих ионов по отдельности, и именно поэтому он заслуживает отдельного параграфа. Когда вы настраиваете воду, вы можете держать абсолютные концентрации SO_4^{2-} и Cl^- в пределах нормы, но при этом получить совершенно разный результат в зависимости от их пропорции. Это соотношение определяет, куда сместится восприятие пива: в сторону хмеля или в сторону солода. Понимание этого механизма позволяет управлять стилевой направленностью без изменения рецепта и без добавления новых ингредиентов.

Начнём с того, почему соотношение вообще работает, потому что без понимания этого механизма цифры кажутся произвольными. Сульфаты усиливают хмелевую горечь и делают финиш сухим, а хлориды усиливают солодовую сладость и добавляют полноту тела. Когда оба иона присутствуют одновременно, их эффекты складываются, но не арифметически, а взаимно: сильный перевес одного подавляет действие другого. Именно поэтому важно не только то, сколько сульфатов и хлоридов в воде, но и то, в каком соотношении они находятся. Это соотношение и есть тот рычаг, который позволяет настраивать стиль.

Целевые соотношения зависят от стиля, и диапазон здесь достаточно широк, чтобы дать пивовару свободу. Для хмелевых стилей, таких как индийский светлый эль, соотношение обычно держат в пользу сульфатов, например 2:1 или даже 3:1. Для солодовых стилей, таких как шотландский эль или бельгийский дюббель, соотношение смещают в пользу хлоридов, например 1:2. Для сбалансированных стилей, где ни хмель, ни солод не доминируют, соотношение держат около 1:1. Эти пропорции не являются догмой, но они дают хорошую отправную точку для настройки.

Ремарка про соотношение. Чтобы понять, как это работает на практике, полезно представить, что у вас есть два регулятора: один отвечает за хмелевую горечь, другой — за солодовую сладость. Соотношение $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ показывает, какой из этих регуляторов выкручен сильнее, и в какую сторону сместится вкус. Если у вас 200 ppm сульфатов и 50 ppm хлоридов, соотношение 4:1, и пиво будет резко хмелевым. Если у вас 50 ppm сульфатов и 200 ppm хлоридов, соотношение 1:4, и пиво будет мягко солодовым. На практике это выглядит так: вы можете варить один и тот же рецепт, меняя только соотношение, и получать два разных пива, которые будут восприниматься как разные стили.

Важно понимать, что соотношение работает только тогда, когда абсолютные концентрации находятся в разумных пределах. Если у вас 500 ppm сульфатов и 100 ppm хлоридов, соотношение 5:1, но пиво будет не просто хмелевым, а металлическим и неприятным. Если у вас

20 ppm сульфатов и 20 ppm хлоридов, соотношение 1:1, но пиво будет плоским и невыразительным, потому что общая минерализация слишком низкая. Именно поэтому соотношение — это инструмент тонкой настройки, а не грубый рычаг, и использовать его нужно после того, как абсолютные концентрации приведены в порядок.

Исторически соотношение сульфатов и хлоридов сложилось под влиянием доступной воды, потому что пивовары не могли менять её состав. В Бёртоне вода была гипсовой, с высоким содержанием сульфатов, и это подчёркивало хмелевую горечь местных элей. В Лондоне вода была более сбалансированной, и это позволяло варить пиво с мягким, округлым вкусом. В Дублине вода была щелочной, и это компенсировалось тёмным солодом, который подкислял затор. Современный пивовар может воспроизвести любое из этих соотношений, не привязываясь к географии.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что соотношение важнее абсолютных концентраций. Это не так, потому что абсолютные концентрации определяют общий уровень минерализации, а соотношение — только направленность. Если у вас слишком высокая минерализация, пиво будет тяжёлым и минеральным, независимо от соотношения. Если у вас слишком низкая минерализация, пиво будет плоским и невыразительным, тоже независимо от соотношения. Именно поэтому сначала нужно привести абсолютные концентрации в порядок, а потом уже настраивать соотношение.

Если вы варите стиль, где хмель является главной темой, соотношение в пользу сульфатов — это то, что нужно. Например, для американского индийского светлого эля типичное соотношение составляет 2:1 или 3:1, и это позволяет горечи раскрыться полностью. Однако даже здесь есть оговорка: в новоанглийском индийском светлом эле, где важнее мягкость и сочность, соотношение часто держат около 1:1 или даже в пользу хлоридов. Это показывает, что стилевые предпочтения меняются, и слепое копирование чужих профилей не работает.

Если вы варите стиль, где солод является главной темой, соотношение в пользу хлоридов — это то, что нужно. Например, для шотландского эля типичное соотношение составляет 1:2 или даже 1:3, и это позволяет солодовой сладости раскрыться полностью. Однако и здесь есть оговорка: в некоторых солодовых стилях, где важнее сухость и питкость, соотношение держат около 1:1, чтобы не сделать пиво слишком тяжёлым. Это ещё раз подтверждает, что соотношение — это инструмент, который нужно использовать осознанно, а не по шаблону.

Расчёт соотношения ведётся просто: вы делите концентрацию сульфатов на концентрацию хлоридов и получаете число, которое показывает, в какую сторону смещён баланс. Например, если у вас 150 ppm SO_4^{2-} и 75 ppm Cl^- , соотношение равно 2:1, и это означает, что хмелевой акцент выражен умеренно. Если у вас 75 ppm SO_4^{2-} и 150 ppm Cl^- , соотношение равно 1:2, и это означает, что солодовый акцент выражен умеренно. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы сравниваете два иона и смотрите, какой из них преобладает.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: соотношение сульфатов и хлоридов влияет не только на восприятие горечи и сладости, но и на общее впечатление от пива. Пиво с преобладанием сульфатов воспринимается как более лёгкое и освежающее, даже если плотность у него высокая. Пиво с преобладанием хлоридов воспринимается как более полное и бархатистое, даже если плотность у него невысокая. Именно поэтому соотношение часто исполь-

зуют не только для стилевой настройки, но и для формирования желаемого впечатления от напитка.

В некоторых случаях соотношение может давать неожиданные эффекты, которые не описываются простыми правилами. Например, если у вас очень высокая концентрация сульфатов и очень низкая концентрация хлоридов, пиво может казаться не просто хмелевым, а резким и несбалансированным. Если у вас очень высокая концентрация хлоридов и очень низкая концентрация сульфатов, пиво может казаться не просто солодовым, а тяжёлым и приторным. Именно поэтому соотношение нужно держать в разумных пределах, а не доводить до крайностей.

Отдельно стоит сказать про то, как соотношение взаимодействует с другими параметрами воды. Если у вас высокая щёлочность, она будет подавлять действие и сульфатов, и хлоридов, потому что pH затора выйдет за пределы целевого диапазона. Если у вас высокая концентрация натрия, он будет добавлять солёность, которая перекроет эффекты обоих ионов. Если у вас высокая концентрация магния, он будет добавлять горечь, которая смешается с хмелевой и создаст неприятный эффект. Именно поэтому соотношение — это только один из инструментов, и его нужно использовать в комплексе с другими.

Если вы только начинаете работать с водой, начните с соотношения 1:1 и посмотрите, как это отразится на вкусе. Затем постепенно смещайте баланс в ту или иную сторону, добавляя гипс или хлорид кальция, и оценивайте результат. Через несколько варок вы начнёте чувствовать, какое соотношение подходит для вашего вкуса и для ваших стилей. Этот процесс требует практики, но он того стоит, потому что соотношение — один из самых мощных инструментов настройки пива.

Расчёт количества солей для достижения нужного соотношения ведётся так же, как и для других параметров, в ppm или мг/л, с пересчётом в граммы соли. Например, чтобы поднять концентрацию SO_4^{2-} на 50 ppm и оставить Cl^- на прежнем уровне, нужно добавить определённое количество гипса, и это количество зависит от молекулярной массы соли. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но важно понимать логику: вы добавляете соли, чтобы получить нужное соотношение, а не просто сыплете наугад. Точность здесь важна, потому что соотношение действует в узком диапазоне, и отклонения дают заметные последствия.

В итоге соотношение сульфатов и хлоридов можно сравнить с балансом между двумя голосами, которые звучат одновременно и определяют характер пива. Соотношение 2:1 в пользу сульфатов даёт хмелевой акцент, 1:2 в пользу хлоридов даёт солодовый акцент, а 1:1 даёт сбалансированный вкус. Это соотношение работает только тогда, когда абсолютные концентрации находятся в разумных пределах, и его нужно использовать в комплексе с другими параметрами воды. Понимание роли соотношения позволяет осознанно управлять стилевой направленностью и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Подводя итоги главы, можно сказать, что шесть ионов, разобранных по отдельности, образуют систему, в которой каждый элемент влияет на общий результат, но ни один не работает изолированно. Кальций задаёт технологические условия, подкисляя затор, осаждая белки и поддерживая флокуляцию дрожжей, и его целевой диапазон составляет 40—100 ppm. Магний необходим дрожжам, но солод даёт его в достаточном количестве, и добавлять его стоит только в исключительных случаях, потому что порог в 30 ppm — это граница, за которой начи-

наются проблемы. Сульфаты и хлориды формируют стилевую направленность, подчёркивая либо хмель, либо солод, и их абсолютные концентрации важны не меньше, чем соотношение между ними. Натрий и бикарбонаты чаще всего становятся источником проблем, потому что первый даёт солёность выше 100 ppm, а вторые сопротивляются подкислению затора и требуют либо разбавления, либо подкисления.

Понимание роли каждого иона — это не самоцель, а инструмент для управления водой. Зная, как работает кальций, вы можете осознанно подкислять затор и не полагаться на случай. Зная, как работают сульфаты и хлориды, вы можете настраивать стилевую направленность, не меняя рецепт. Зная, как работают бикарбонаты, вы можете предсказать, подойдёт ли ваша вода для светлого стиля или потребует корректировки. Эти знания превращают воду из данности в параметр, которым можно управлять, и это главный практический результат главы.

Нужно признать, что не все ионы требуют одинакового внимания. Кальций, сульфаты, хлориды и бикарбонаты — это те параметры, которые чаще всего нуждаются в корректировке, потому что они влияют на технологические процессы и на восприятие вкуса. Магний и натрий — это параметры, которые чаще всего нужно просто контролировать, чтобы не допустить превышения, и добавлять их специально почти никогда не требуется. Такое разделение позволяет сосредоточить усилия на главном и не тратить время на второстепенное, что особенно важно для начинающих пивоваров.

Следует отметить, что все целевые диапазоны, приведённые в тексте, являются ориентирами, а не жёсткими правилами. Силевые предпочтения меняются, солодовые составы различаются, и то, что подходит для одного пива, может не подойти для другого. Именно поэтому важно не просто запомнить цифры, а понять механизмы, которые за ними стоят, и научиться применять их в зависимости от задачи. Такой подход позволяет адаптировать воду под конкретный стиль, а не копировать чужие профили вслепую.

Стоит подчеркнуть, что шесть ионов, о которых шла речь, не исчерпывают всей химии воды, но они определяют большую часть результата. Именно эти параметры нужно контролировать в первую очередь, и именно на них имеет смысл сосредоточить внимание, прежде чем переходить к более тонким настройкам. Освоив эти шесть ионов, вы получаете рабочий инструмент, который позволяет варить стабильное пиво и понимать, что происходит в заторе и в бродильне. Целевые диапазоны, приведённые в тексте, дают отправную точку, а механизмы, которые за ними стоят, позволяют адаптировать эти диапазоны под конкретную задачу. Такой подход превращает воду из источника неопределённости в управляемый параметр, и это главный итог главы.

Щёлочность и кислотность затора

Щёлочность и pH затора — это две стороны одной медали, и путать их нельзя, потому что они описывают разные свойства воды и влияют на процесс по-разному. Щёлочность показывает, сколько в воде веществ, способных нейтрализовать кислоту, и насколько сильно вода сопротивляется подкислению. pH затора показывает текущую кислотность среды в конкретный момент, и именно он определяет, насколько активно работают ферменты. Вода может иметь нейтральный pH и при этом обладать высокой щёлочностью, и это не противоречие, а норма, которая многих сбивает с толку. Понимание различия между этими параметрами — это первый шаг к осознанному управлению затором.

Проблема в том, что большинство начинающих пивоваров оценивает воду по её pH, полагая, что если вода нейтральная, то и с затором всё будет в порядке. Это заблуждение приводит к тому, что человек варит светлый лагер на воде с высокой щёлочностью и не понимает, почему пиво выходит грубым и вязущим. Вода с pH 7,0 и щёлочностью 200 ppm ведёт себя совершенно иначе, чем вода с pH 7,0 и щёлочностью 20 ppm, хотя на первый взгляд они одинаковы. Разница проявляется именно в заторе, когда солод начинает отдавать кислоты, а вода сопротивляется их действию. Именно поэтому щёлочность важнее pH воды, и именно на неё нужно ориентироваться в первую очередь.

pH затора, в свою очередь, является результатом взаимодействия воды и солода, и он не задаётся заранее, а формируется в процессе. Солод вносит свою кислотность, вода вносит свою щёлочность, и итог зависит от того, кто кого перевесит. Если вода щелочная, а солод светлый, pH затора остаётся высоким, и ферменты работают не оптимально. Если вода мягкая, а солод тёмный, pH затора опускается ниже нужного, и это тоже создаёт проблемы. Целевой диапазон 5,2—5,6 — это тот коридор, в котором ферменты работают наиболее эффективно, и попадание в него важнее любых других параметров воды.

Отклонения от целевого диапазона сказываются сразу на двух вещах: на выходе экстракта и на вкусе готового пива. При слишком высоком pH ферменты работают вяло, и вы теряете часть сахаров, которые могли бы перейти в сусло. Кроме того, высокий pH способствует экстракции полифенолов из оболочек солода, и пиво приобретает вязущий, терпкий вкус. При слишком низком pH ферменты тоже работают не оптимально, и пиво может получиться слишком сухим и лишённым тела. Именно поэтому pH затора — это не абстрактный параметр, а конкретный инструмент, который влияет на результат.

В этой главе мы разберём, почему диапазон 5,2—5,6 считается целевым, чем щёлочность отличается от pH, как рассчитывать остаточную щёлочность и как солод сам влияет на кислотность затора. Мы также обсудим, чем можно подкислять затор и как выбрать подходящий способ для конкретного стиля. После этой главы станет понятно, как управлять кислотностью затора осознанно, а не надеяться на удачу. Это тот навык, который отличает стабильное пивоварение от экспериментального.

Почему кислотно-щелочной баланс 5,2—5,6 — это важно

Диапазон 5,2—5,6 по шкале pH считается целевым для затора, и это не случайная цифра, а результат многолетних наблюдений и экспериментов. Именно в этих пределах ферменты, которые расщепляют крахмал на сахара, работают наиболее эффективно и предсказу-

емо. Именно в этих пределах экстракция полифенолов из оболочек солода остаётся умеренной и не портит вкус. Именно в этих пределах пиво получается сбалансированным, чистым и стабильным. Отклонение в любую сторону даёт предсказуемые последствия, и понимание этих последствий помогает осознанно управлять затором.

Начнём с ферментов, потому что именно они являются главными действующими лицами на этапе затиария. Альфа-амилаза и бета-амилаза, о которых шла речь в предыдущих главах, имеют каждый свой оптимальный диапазон, и диапазон 5,2—5,6 является тем компромиссом, в котором обе работают достаточно хорошо. Бета-амилаза, отвечающая за образование сбраживаемых сахаров, наиболее активна при 5,2—5,4, а альфа-амилаза, отвечающая за декстрины, предпочитает 5,5—5,7. Если вы держите затор в середине диапазона, вы получаете баланс между сбраживаемыми сахарами и декстринами, и пиво получается с нормальной крепостью и телом.

Если кислотно-щелочной баланс затора поднимается выше 5,6, бета-амилаза начинает работать медленнее, и образование мальтозы снижается. Это означает, что в сусле остаётся больше длинных цепочек, которые дрожжи не могут полностью переработать, и пиво получается менее крепким и более полным. Кроме того, при высоком pH возрастает экстракция полифенолов из оболочек солода, и эти соединения придают пиву вяжущий, терпкий вкус. Пиво кажется грубым и сухим, хотя на самом деле в нём достаточно солодовой сладости, просто она перекрыта посторонними ощущениями.

Если кислотно-щелочной баланс затора опускается ниже 5,2, ситуация меняется, но проблема остаётся. Альфа-амилаза при низком pH работает хуже, и образование декстринов снижается, что делает пиво более сухим и менее полным. Кроме того, при низком pH возрастает активность ферментов, которые расщепляют белки, и это может привести к избыточной деградации белков, которые нужны для пены и для тела пива. Пиво получается тонким, водянистым и лишённым той округлости, которая отличает хорошо сбалансированный напиток. Именно поэтому диапазон 5,2—5,6 является не просто рекомендацией, а рабочим коридором, выход за который даёт предсказуемые дефекты.

Шкала pH измеряется от 0 до 14, где 7 — это нейтральная среда, значения ниже 7 — кислые, а выше 7 — щелочные. Каждая единица шкалы означает изменение кислотности в десять раз, то есть pH 5 в десять раз кислее, чем pH 6, и в сто раз кислее, чем pH 7. Для пивовара это означает, что даже небольшое отклонение в десятых долях имеет значение, и поэтому pH затора измеряют с точностью до 0,1. Простому человеку удобно представлять это так: pH 5,2—5,6 — это узкий коридор, который соответствует примерно тому же диапазону кислотности, что и хороший чёрный кофе, но чуть менее кислый. Именно в этом коридоре ферменты чувствуют себя наиболее комфортно, и именно туда нужно стремиться.

Теперь перейдём к тому, как кислотно-щелочной баланс влияет на выход экстракта, потому что это не только вопрос вкуса, но и вопрос эффективности. Если ферменты работают не оптимально, часть крахмала остаётся нерасщеплённой, и вы теряете сахара, которые могли бы перейти в сусло. Это означает, что при том же количестве солода вы получаете меньшую плотность, чем ожидали, и пиво получается слабее. Опытные пивовары знают, что разница в pH на 0,2 единицы может дать разницу в выходе экстракта на несколько процентов, и это заметно уже на этапе измерения плотности.

Есть и ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: кислотно-щелочной баланс влияет на цвет пива, потому что при высоком pH возрастает экстракция красящих веществ из солода. Это означает, что пиво может получиться темнее, чем предполагал рецепт, и это особенно заметно в светлых стилях. Если вы варите пильзнер и получаете янтарный цвет, скорее всего, дело именно в высоком pH затора. Контроль кислотно-щелочного баланса позволяет удержать цвет в нужных рамках и не получить сюрпризов на выходе.

Отдельно стоит сказать про стабильность пива, потому что кислотно-щелочной баланс влияет и на неё. При высоком pH в сусло переходит больше полифенолов и белков, которые впоследствии могут выпадать в осадок и образовывать муть. Это особенно заметно в пиве, которое хранится долго или подвергается охлаждению. Пиво, сваренное при оптимальном кислотно-щелочном балансе, остаётся прозрачным и стабильным дольше, потому что в нём меньше веществ, способных выпадать в осадок. Это ещё один аргумент в пользу того, чтобы контролировать кислотно-щелочной баланс, а не полагаться на случай.

Теперь перейдём к тому, как достичь целевого диапазона, потому что это не всегда просто. Если ваша вода мягкая и солод светлый, кислотно-щелочной баланс может оказаться слишком низким, и его нужно поднять. Если ваша вода щелочная, кислотно-щелочной баланс может оказаться слишком высоким, и его нужно снизить. В каждом случае есть свои инструменты: добавление кальция, подкисление кислотами, использование кислотного солода, разбавление воды. Выбор инструмента зависит от исходных условий и от стиля, который вы варите.

Если кислотно-щелочной баланс слишком высокий, самый простой способ его снизить — добавить кальций в виде гипса (CaSO_4) или хлорида кальция (CaCl_2). Кальций связывает фосфаты и высвобождает ионы водорода (H^+), которые подкисляют затор естественным образом. Этот способ работает мягко и предсказуемо, но у него есть предел, потому что избыток кальция тоже нежелателен. Если кальция уже достаточно, а кислотно-щелочной баланс всё ещё высокий, нужно использовать кислоты или кислотный солод.

Если кислотно-щелочной баланс слишком низкий, что случается реже, его можно поднять добавлением бикарбонатов (HCO_3^-) в виде пищевой соды (NaHCO_3) или мела (CaCO_3). Однако здесь нужно быть осторожным, потому что бикарбонаты вносят натрий или кальций, и это может привести к другим проблемам. Низкий кислотно-щелочной баланс чаще встречается при работе с очень мягкой водой и тёмным солодом, и в этом случае разумнее не поднимать его, а изменить соотношение солодов.

Расчёт необходимого количества кислоты или соли для достижения целевого кислотно-щелочного баланса ведётся на основе остаточной щёлочности, о которой речь пойдёт в следующих параграфах. Пока важно понять общий принцип: вы измеряете исходные параметры, сравниваете их с целевыми и рассчитываете, сколько чего нужно добавить. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но логика важнее формул. Если вы понимаете, что делаете и зачем, вы сможете адаптировать расчёт под свои условия.

Есть ещё один момент, о котором стоит упомянуть: кислотно-щелочной баланс затора не является постоянным, он меняется в процессе затирания. В начале затирания он может быть одним, через двадцать минут — другим, а к концу — третьим. Это происходит потому, что ферменты продолжают работать, фосфаты продолжают высвобождаться, и равновесие сдвигается. Именно поэтому опытные пивовары измеряют кислотно-щелочной баланс не один раз,

а несколько, и следят за его динамикой. Это позволяет вовремя заметить отклонение и скорректировать его, пока процесс ещё идёт.

Для домашнего пивовара измерение кислотно-щелочного баланса может показаться сложным, но на практике это не так страшно. рН-метр стоит недорого, а калибровочные растворы продаются в любом магазине для пивоваров. Если рН-метра нет, можно использовать тест-полоски, но их точность оставляет желать лучшего, и для серьёзной работы они не подходят. Альтернативный вариант — рассчитывать кислотно-щелочной баланс по формулам, зная состав воды и солодовый состав, и это тоже рабочий подход. Главное — не игнорировать этот параметр и не надеяться на то, что всё само собой получится.

В итоге диапазон 5,2—5,6 — это не догма, а рабочий коридор, в котором ферменты работают оптимально, а пиво получается сбалансированным и стабильным. Отклонения в ту или иную сторону дают предсказуемые дефекты: высокий кислотно-щелочной баланс делает пиво вязущим и тёмным, низкий — сухим и тонким. Управление этим параметром требует понимания механизмов и умения рассчитывать необходимые добавки. Освоив это, вы получите инструмент, который позволяет варить стабильное пиво и понимать, что происходит в заторе.

Щёлочность и кислотно-щелочной баланс воды — не одно и то же

Щёлочность и рН воды — это два разных параметра, которые часто путают, потому что оба они связаны с кислотностью и оба измеряются в цифрах. Однако путать их нельзя, потому что они описывают разные свойства воды и по-разному влияют на затор. рН показывает текущую концентрацию ионов водорода (H^+) в воде, то есть насколько она кислая или щелочная прямо сейчас. Щёлочность показывает буферную ёмкость воды, то есть сколько кислоты нужно добавить, чтобы сдвинуть рН в нужную сторону. Вода может иметь нейтральный рН и при этом обладать высокой щёлочностью, и это не противоречие, а норма, которую нужно понимать.

Начнём с определения, потому что без него разница между параметрами остаётся неочевидной. рН — это логарифмическая шкала, которая показывает концентрацию H^+ в растворе, и она измеряется от 0 до 14. Щёлочность — это суммарная концентрация веществ, способных связывать H^+ , и в природной воде главным таким веществом являются бикарбонаты (HCO_3^-). Эти два параметра связаны между собой, но не линейно, и вода с одинаковым рН может иметь совершенно разную щёлочность. Именно поэтому измерение рН воды не даёт ответа на вопрос, сколько кислоты потребуется для подкисления затора.

Простой пример поможет прояснить разницу. Возьмём две воды с одинаковым рН 7,0, то есть нейтральным. В первой воде щёлочность составляет 20 ppm, во второй — 200 ppm. Если добавить в обе воды одинаковое количество кислоты, первая вода сразу станет кислой, а вторая почти не изменится, потому что бикарбонаты нейтрализуют кислоту. Это означает, что для подкисления второй воды потребуется в десять раз больше кислоты, чем для первой, хотя изначально они выглядели одинаково. Именно щёлочность определяет, сколько кислоты нужно добавить, и именно её нужно измерять, а не рН воды.

Буферная ёмкость — это способность раствора сопротивляться изменению рН при добавлении кислоты или щёлочи. Представьте, что у вас есть два стакана воды: в одном обычная вода, в другом — вода с растворённой содой. Если добавить в оба стакана одинаковое количество лимонного сока, обычная вода станет заметно кислее, а вода с содой почти не изменится,

потому что сода нейтрализует кислоту. Именно так работает щёлочность: она действует как буфер, который гасит изменения pH. В пивоварении это означает, что вода с высокой щёлочностью будет сопротивляться подкислению затора, и вам придётся либо добавлять больше кислоты, либо разбавлять воду, либо использовать кислотный солод. Понимание этого механизма позволяет предсказывать поведение воды и не удивляться, почему затор не опускается до нужного уровня.

Теперь перейдём к тому, откуда берётся щёлочность, потому что это помогает понять, как с ней работать. В природной воде щёлочность создаётся главным образом бикарбонатами (HCO_3^-) и карбонатами (CO_3^{2-}), которые образуются при растворении карбонатных пород. Чем больше в воде этих ионов, тем выше щёлочность и тем сильнее вода сопротивляется подкислению. Кроме бикарбонатов, щёлочность могут создавать гидроксиды (OH^-) и некоторые другие соединения, но в пивоварении их вклад обычно незначителен. Именно бикарбонаты являются главным врагом светлых стилей, и именно с ними приходится бороться при настройке воды.

Щёлочность измеряется в тех же единицах, что и концентрация ионов, то есть в ppm или мг/л, но пересчитывается на карбонат кальция (CaCO_3). Это сделано для удобства, потому что разные вещества дают разную щёлочность, и их нужно привести к общему знаменателю. Если вы измеряете щёлочность капельным тестом, результат обычно выражается в градусах карбонатной жёсткости (dKH), и один градус примерно соответствует 17,8 ppm CaCO_3 . Для пивовара важно уметь переводить эти единицы, потому что расчёты ведутся в ppm, а тесты дают градусы. Формулы пересчёта простые, и они приводятся в приложениях.

Отдельно стоит сказать про связь между щёлочностью и жёсткостью, потому что эти параметры тоже часто путают. Жёсткость определяется содержанием кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), а щёлочность — содержанием бикарбонатов (HCO_3^-). Это разные вещи, и они могут сочетаться по-разному. Вода может быть жёсткой и при этом иметь низкую щёлочность, если кальций связан с сульфатами (SO_4^{2-}) или хлоридами (Cl^-), а не с бикарбонатами. Вода может быть мягкой и при этом иметь высокую щёлочность, если бикарбонаты связаны с натрием (Na^+). Для пивовара важнее щёлочность, потому что именно она определяет поведение затора, а жёсткость лишьставляет ионы, которые участвуют в реакциях.

Теперь перейдём к тому, как щёлочность влияет на затор, потому что это главный практический вопрос. Когда солод попадает в воду, он начинает отдавать кислоты, которые должны снизить pH до целевого диапазона. Однако если вода обладает высокой щёлочностью, бикарбонаты нейтрализуют эти кислоты, и pH остаётся высоким. Это означает, что ферменты работают не оптимально, экстракция полифенолов растёт, и пиво получается грубым и вязущим. Чем выше щёлочность, тем сильнее это сопротивление, и тем больше усилий требуется для корректировки.

Если щёлочность слишком высокая для светлого стиля, у вас есть несколько способов решения проблемы. Первый — разбавить воду дистиллированной или обратнoосмотической, чтобы снизить концентрацию бикарбонатов до приемлемого уровня. Второй — подкислить воду молочной, фосфорной или лимонной кислотой, чтобы нейтрализовать бикарбонаты. Третий — использовать кислотный солод, который вносит кислоту естественным образом. Четвёртый — добавить кальций в виде гипса или хлорида кальция, который связывает фосфаты и высвобождает H^+ . Каждый из этих способов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор зависит от конкретной ситуации.

Если щёлочность слишком низкая, что случается реже, вода почти не сопротивляется подкислению, и затор может опуститься ниже целевого диапазона. Это особенно характерно для очень мягкой воды и тёмного солода, который сам подкисляет затор. В таких случаях пиво может получиться слишком сухим и тонким, и для исправления ситуации добавляют бикарбонаты в виде пищевой соды (NaHCO_3) или мела (CaCO_3). Однако здесь нужно быть осторожным, потому что бикарбонаты вносят натрий или кальций, и это может привести к другим проблемам. Низкая щёлочность реже становится проблемой, но и её нужно учитывать.

Для домашнего пивовара измерение щёлочности доступно через капельные тесты для аквариумистов, которые определяют карбонатную жёсткость (КН). Эти тесты стоят недорого, продаются в зоомагазинах и дают результат с достаточной точностью. Если вы используете воду из централизованного источника, её щёлочность может меняться в течение года, поэтому периодически тест нужно повторять. Если вы используете воду из собственной скважины или колодца, состав тоже может меняться, особенно после дождей или таяния снега. В обоих случаях разумно иметь запасной вариант в виде обратного осмоса или покупной воды с известным составом.

Расчёт количества кислоты, необходимого для нейтрализации щёлочности, ведётся на основе остаточной щёлочности, о которой речь пойдёт в следующем параграфе. Пока важно понять общий принцип: вы измеряете щёлочность, сравниваете её с целевой для вашего стиля и рассчитываете, сколько кислоты нужно добавить, чтобы её нейтрализовать. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но логика важнее формул. Если вы понимаете, что делаете и зачем, вы сможете адаптировать расчёт под свои условия.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: щёлочность влияет не только на pH затора, но и на вкус готового пива. Вода с высокой щёлочностью даёт пиво с грубым, вяжущим вкусом, потому что высокий pH способствует экстракции полифенолов из оболочек солода. Эти полифенолы остаются в пиве и придают ему терпкость и сухость, которые не связаны с хмелем. Именно поэтому контроль щёлочности важен не только для технологических процессов, но и для вкуса. Пиво, сваренное на воде с низкой щёлочностью, воспринимается как более чистое и мягкое, и это заметно даже без прямого сравнения.

В некоторых случаях щёлочность может давать неприятный эффект, который описывают как меловой или щелочной. Это происходит, когда концентрация бикарбонатов превышает индивидуальный порог восприятия, который у разных людей может различаться. Обычно это проявляется при концентрациях выше 300 ppm, но некоторые пивовары чувствуют его уже при 200 ppm. Если вы замечаете в своём пиве меловой привкус, который не связан с другими ионами, скорее всего, дело именно в щёлочности. В этом случае концентрацию стоит снизить и посмотреть, изменится ли восприятие.

Отдельно стоит сказать про распространённое заблуждение, что если pH воды нейтральный, то и щёлочность у неё низкая. Это не так, потому что pH и щёлочность — независимые параметры, и вода с pH 7,0 может иметь щёлочность 20 ppm, а может — 250 ppm. Разница между этими двумя водами проявится только в заторе, когда солод начнёт отдавать кислоты, и одна вода подкислится легко, а другая будет сопротивляться. Именно поэтому измерять pH воды для оценки её пригодности бессмысленно, и нужно смотреть на щёлочность. Это тот параметр, который определяет, сколько усилий потребуется для достижения целевого pH затора.

В итоге щёлочность и pH воды — это два разных параметра, которые нельзя путать. pH показывает текущую кислотность воды, а щёлочность показывает её буферную ёмкость, то есть способность сопротивляться подкислению. Для пивовара важнее щёлочность, потому что именно она определяет, сколько кислоты потребуется для достижения целевого pH затора. Вода с нейтральным pH и высокой щёлочностью может стать серьёзной проблемой для светлых стилей, и это нужно учитывать заранее. Понимание разницы между этими параметрами позволяет осознанно управлять затором и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Остаточная щёлочность

Остаточная щёлочность — это практический показатель, который связывает состав воды с составом солода и показывает, сколько щёлочности останется после того, как солод отдаст свои кислоты. Именно этот параметр, а не щёлочность воды сама по себе, определяет, каким будет pH затора. Если вы знаете остаточную щёлочность, вы можете предсказать, потребуется ли подкисление и в каком количестве. Если вы её не знаете, вы работаете вслепую, даже если у вас есть цифры по щёлочности и жёсткости. Остаточная щёлочность — это тот мост, который соединяет анализ воды с практикой затираания.

Начнём с определения, потому что без него термин остаётся абстрактным. Остаточная щёлочность — это разность между общей щёлочностью воды и той кислотностью, которую вносит солод в процессе затираания. Солод, особенно тёмный, содержит кислоты и подкисляющие соединения, которые нейтрализуют часть бикарбонатов воды. Если солод нейтрализует всю щёлочность, остаточная щёлочность становится нулевой или отрицательной, и pH затора опускается до целевого диапазона. Если солод нейтрализует только часть, остаточная щёлочность остаётся положительной, и pH затора оказывается выше, чем нужно. Именно поэтому один и тот же состав воды может давать разный pH в зависимости от солодового состава.

Формула остаточной щёлочности была предложена Колбахом и с тех пор стала стандартом в пивоварении. В общем виде она выглядит так: остаточная щёлочность равна общей щёлочности минус произведение жёсткости на коэффициент, который зависит от состава солода. Коэффициент этот не является постоянным, потому что разные солода дают разное количество кислоты, и его приходится уточнять экспериментально. Именно поэтому формула Колбаха даёт приблизительную оценку, а не точный результат, и её нужно использовать с оговорками. Тем не менее даже приблизительная оценка лучше, чем полное отсутствие ориентира.

Формула Колбаха выглядит так: $RA = Щ - (Ж \times k)$, где RA — остаточная щёлочность, Щ — общая щёлочность воды, Ж — общая жёсткость воды, а k — коэффициент, который зависит от типа солода и обычно составляет от 0,3 до 0,5. Если у вас щёлочность 150 ppm, жёсткость 100 ppm и коэффициент 0,4, то остаточная щёлочность составит $150 - 40 = 110$ ppm, и это означает, что вода слишком щелочная для светлого солода. Если тот же состав воды использовать с тёмным солодом, коэффициент будет выше, например 0,7, и остаточная щёлочность составит $150 - 70 = 80$ ppm, что уже ближе к приемлемому уровню. Именно так формула позволяет оценить, подходит ли вода для конкретного рецепта, не прибегая к сложным измерениям.

Остаточная щёлочность измеряется в тех же единицах, что и общая щёлочность, то есть в ppm или мг/л в пересчёте на карбонат кальция ($CaCO_3$). Целевые значения остаточной щёлочности зависят от стиля и от солодового состава, и здесь нет универсальной цифры. Для светлых лагеров остаточная щёлочность должна быть близка к нулю или даже отрицательной, потому

что светлый солод почти не подкисляет затор. Для тёмных стилей допустимы положительные значения, потому что тёмный солод сам вносит кислоту и компенсирует щёлочность. Именно поэтому одна и та же вода может быть непригодной для пильзнера и вполне подходящей для стаута.

Если остаточная щёлочность положительная и слишком высокая, это означает, что вода будет сопротивляться подкислению затора, и pH окажется выше целевого. В этом случае пивовару нужно либо разбавить воду, либо подкислить её, либо добавить кальций, чтобы снизить остаточную щёлочность. Если остаточная щёлочность отрицательная, это означает, что солод вносит больше кислоты, чем может нейтрализовать вода, и pH затора может опуститься ниже целевого. В этом случае пивовару нужно либо добавить бикарбонаты, либо изменить солодовый состав, чтобы поднять pH. Оба отклонения дают предсказуемые последствия, и оба требуют вмешательства.

Для домашнего пивовара расчёт остаточной щёлочности может показаться сложным, но на практике это не так страшно. Если у вас есть данные по щёлочности и жёсткости, вы можете подставить их в формулу и получить приблизительную оценку. Если данных нет, вы можете использовать капельные тесты для аквариумистов, чтобы определить карбонатную жёсткость (KH) и общую жёсткость (GH), и на их основе рассчитать остаточную щёлочность. Точность будет не идеальной, но достаточной для того, чтобы понять, в какую сторону двигаться. Главное — не игнорировать этот параметр и не надеяться на то, что всё само собой получится.

Отдельно стоит сказать про то, как остаточная щёлочность связана с количеством кислоты, которое нужно добавить. Если остаточная щёлочность составляет 100 ppm, это означает, что для её нейтрализации потребуется определённое количество кислоты, и это количество можно рассчитать. Например, для нейтрализации 100 ppm остаточной щёлочности в 20 литрах воды нужно добавить около 10—12 миллилитров молочной кислоты или соответствующее количество фосфорной или лимонной кислоты. Формулы для этих расчётов простые, и они приводятся в приложениях, но логика важнее формул. Если вы понимаете, что делаете и зачем, вы сможете адаптировать расчёт под свои условия.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: остаточная щёлочность влияет не только на pH затора, но и на pH промывной воды. Если остаточная щёлочность положительная, промывная вода тоже будет щелочной, и это может привести к экстракции полифенолов из оболочек солода. Именно поэтому опытные пивовары контролируют остаточную щёлочность не только в заторе, но и в промывке, и при необходимости подкисляют промывную воду. Это позволяет получить более чистое и мягкое пиво, без вяжущих и терпких нот.

Если вы варите светлый стиль на воде с высокой остаточной щёлочностью, у вас есть несколько способов решения проблемы. Первый — разбавить воду дистиллированной или обратнoосмотической, чтобы снизить щёлочность до приемлемого уровня. Второй — подкислить воду молочной, фосфорной или лимонной кислотой, чтобы нейтрализовать остаточную щёлочность. Третий — использовать кислотный солод, который вносит кислоту естественным образом. Четвёртый — добавить кальций в виде гипса или хлорида кальция, который связывает фосфаты и высвобождает H^+ . Каждый из этих способов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор зависит от конкретной ситуации.

Если вы варите тёмный стиль на воде с низкой остаточной щёлочностью, ситуация обратная: вода может оказаться слишком мягкой, и pH затора опустится ниже целевого. В этом слу-

чае пиво может получиться слишком сухим и тонким, и для исправления ситуации добавляют бикарбонаты в виде пищевой соды (NaHCO_3) или мела (CaCO_3). Однако здесь нужно быть осторожным, потому что бикарбонаты вносят натрий или кальций, и это может привести к другим проблемам. Тёмные стили требуют более внимательного подхода к остаточной щёлочности, чем светлые, потому что они находятся ближе к границе диапазона.

Расчёт остаточной щёлочности ведётся на основе данных по щёлочности и жёсткости, и эти данные можно получить либо лабораторно, либо домашними тестами. Если вы используете воду из централизованного источника, её состав может меняться в течение года, поэтому периодически расчёт нужно повторять. Если вы используете воду из собственной скважины или колодца, состав тоже может меняться, особенно после дождей или таяния снега. В обоих случаях разумно иметь запасной вариант в виде обратного осмоса или покупной воды с известным составом, чтобы не зависеть от переменчивости источника.

Есть ещё один аспект, о котором стоит упомянуть: остаточная щёлочность — это не только технологический параметр, но и вкусовой. Вода с высокой остаточной щёлочностью даёт пиво с грубым, вязущим вкусом, потому что высокий pH способствует экстракции полифенолов. Эти полифенолы остаются в пиве и придают ему терпкость и сухость, которые не связаны с хмелем. Именно поэтому контроль остаточной щёлочности важен не только для технологических процессов, но и для вкуса. Пиво, сваренное на воде с низкой остаточной щёлочностью, воспринимается как более чистое и мягкое, и это заметно даже без прямого сравнения.

В некоторых случаях остаточная щёлочность может давать неприятный эффект, который описывают как меловой или щелочной. Это происходит, когда концентрация бикарбонатов превышает индивидуальный порог восприятия, который у разных людей может различаться. Обычно это проявляется при концентрациях выше 300 ppm, но некоторые пивовары чувствуют его уже при 200 ppm. Если вы замечаете в своём пиве меловой привкус, который не связан с другими ионами, скорее всего, дело именно в остаточной щёлочности. В этом случае концентрацию стоит снизить и посмотреть, изменится ли восприятие.

В итоге остаточная щёлочность — это практический показатель, который связывает состав воды с составом солода и показывает, сколько щёлочности останется после того, как солод отдаст свои кислоты. Именно этот параметр, а не щёлочность воды сама по себе, определяет pH затора, и именно на него нужно ориентироваться при настройке воды. Целевые значения зависят от стиля: для светлых стилей остаточная щёлочность должна быть близка к нулю, для тёмных допустимы положительные значения. Понимание остаточной щёлочности позволяет осознанно управлять затором и избегать крайностей, которые делают пиво несбалансированным.

Солод сам подкисляет затор

Солод — это не инертный материал, который просто отдаёт сахара в воду, а активный участник химии затора, и его вклад в кислотность нельзя игнорировать. Разные виды солода содержат разное количество кислот и подкисляющих соединений, и это означает, что один и тот же состав воды может давать разный pH в зависимости от того, что вы засыпали в затор. Тёмные солода подкисляют затор значительно сильнее, чем светлые, и это объясняет, почему стаут на щелочной воде получается, а лагер — нет. Понимание этого механизма позволяет предсказывать pH затора, не прибегая к сложным измерениям, и осознанно подбирать солодовый состав под имеющуюся воду.

Начнём с того, откуда в солоде берётся кислотность, потому что без понимания источника непонятно, почему разные солода ведут себя по-разному. В процессе солодоращения зерно проходит через стадии замачивания, проращивания и сушки, и на каждой из этих стадий в нём накапливаются органические кислоты. Кроме того, при сушке и особенно при обжарке в зерне образуются меланоидины и другие соединения, которые обладают кислотными свойствами. Чем выше температура обработки, тем больше этих соединений образуется, и тем сильнее солод подкисляет затор. Именно поэтому тёмные и жареные солода дают более кислую среду, чем светлые.

Основными кислотами, которые вносят солода, являются фосфорная кислота и органические кислоты, такие как молочная, уксусная и лимонная. Фосфорная кислота образуется при расщеплении фитина, который содержится в зерне, и её количество зависит от степени модификации солода. Органические кислоты накапливаются в процессе проращивания и сохраняются при сушке, и их количество тоже зависит от типа солода. Все эти кислоты взаимодействуют с бикарбонатами воды и нейтрализуют их, снижая остаточную щёлочность и, как следствие, pH затора. Чем больше кислот в солоде, тем сильнее этот эффект.

Цветность солода измеряется в единицах EBC или SRM, и она напрямую связана с его подкисляющей способностью. Светлый солод имеет цветность около 3—5 EBC, и его вклад в кислотность минимален. Карамельный солод имеет цветность 30—120 EBC, и его вклад уже заметен. Жареный солод имеет цветность 300—1200 EBC, и его вклад в кислотность может быть очень значительным. Именно поэтому рецепты тёмных стилей часто содержат мало тёмного солода — его хватает, чтобы подкислить затор и сбалансировать щёлочность воды. Понимание этой связи позволяет предсказывать, как поведёт себя затор, глядя только на состав засыпи.

Теперь перейдём к тому, как это работает на практике, потому что теория без примеров остаётся абстрактной. Представьте, что у вас есть вода со щёлочностью 150 ppm, и вы варите светлый лагер на солоде с цветностью 4 EBC. В этом случае солод почти не вносит кислоты, и остаточная щёлочность остаётся высокой, а pH затора — выше целевого. Пиво получится грубым, вязущим и тёмным, хотя вы варили светлый стиль. Теперь представьте, что вы варите стаут на том же солоде, но с добавлением 10% жареного солода с цветностью 800 EBC. Жареный солод вносит достаточно кислоты, чтобы нейтрализовать щёлочность, и pH затора опускается до целевого диапазона. Пиво получается сбалансированным, хотя вода была той же самой.

Этот пример показывает, что вода и солод работают в паре, и оценивать их нужно вместе, а не по отдельности. Вода с высокой щёлочностью может быть вполне подходящей для тёмного стиля, потому что тёмный солод компенсирует щёлочность. Та же вода для светлого стиля окажется проблемой, потому что светлый солод не может её нейтрализовать. Именно поэтому нельзя сказать, что вода «хорошая» или «плохая» сама по себе — её нужно оценивать в контексте рецепта. Это тот принцип, который отличает осознанное пивоварение от механического следования инструкциям.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.