

Тема 6 Созревание сыра

- 1 Цель и сущность созревания сыров. Изменение составных частей сыра при созревании.
- 2 Режимы и условия созревания сыра.
- 3 Потери сырной массы при созревании и выход сыра.
- 4 Защитные покрытия твердых сыров.

1 Цель и сущность созревания сыров. Изменение состава и свойств сырной массы

Свежая сырная масса имеет чистый молочный вкус и эластичную, резиноподобную, грубую консистенцию. В процессе созревания сыр приобретает вкус и аромат. Консистенция становится более пластичной, мягкой, а для некоторых сыров мажущейся.

Созревание сыра представляет собой сложный комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, протекающих в сырной массе. При этом все составные части (молочный сахар, белки, жир, минеральные вещества) претерпевают определенные изменения с образованием различных веществ, формирующих присущие данному виду сыра органолептические показатели (вкус, запах, консистенция) и рисунок.

Изменения составных частей сырной массы происходят под влиянием главным образом микробных и частично молокосвертывающих ферментов.

Максимальное число микроорганизмов накапливается в сыре в первые дни после его выработки. Развитие микроорганизмов продолжается до тех пор, пока остается несброженный молочный сахар. После полного его сбраживания число микроорганизмов постепенно снижается.

Ферментативный гидролиз *лактозы* и дальнейшее сбраживание продуктов гидролиза — глюкозы и галактозы (гликолиз) — происходит под действием ферментов микрофлоры закваски. Молочный сахар подвергается брожению с образованием молочной кислоты и других веществ и в течение 5-10 сут после выработки сыра сбраживается полностью. Количеством молочной кислоты определяется кислотность сыра, которая влияет на скорость созревания и консистенцию продукта. Титруемая кислотность всех видов сыров возрастает быстро в первые часы и дни после выработки. В дальнейшем она повышается медленно и в конце созревания может понизиться вследствие накопления щелочных продуктов распада белков.

Содержание молочной кислоты в процессе созревания сыра снижается. Так, для сыров с высокой температурой второго нагревания массовая доля молочной кислоты снижается от 1,3-1,4% в 10-суточном возрасте до 0,8-1% к концу созревания, для сыров с низкой температурой второго нагревания — от 1,6-1,8 до 1,1-1,3 %, для мягких сыров — от 2,0-2,3 до 0,4-0,8 %. Молочная кислота вступает в реакцию с параказеином, отщепляет от него кальций и образует лактат кальция. Лактат кальция получается также при взаимодействии солей кальция с молочной кислотой. Молочная кислота и лактаты используются бактериями в процессах метаболизма. Так, пропионовокислые бактерии превращают их в ацетат, пропиат и CO₂, играющий главную роль в формировании рисунка сыров с высокой температурой второго нагревания.

Ферментативный гидролиз *белков* (протеолиз) считают основным в процессе созревания сыра. Источники протеолитических ферментов—молочнокислые бактерии и молокосвертывающий препарат. Белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных растворимых в воде азотистых соединений: высоко-, средне- и низкомолекулярных пептидов и, наконец, аминокислот.

В процессе созревания сыра содержание свободных аминокислот непрерывно возрастает, часть аминокислот подвергается различным изменениям с образованием целого ряда веществ, играющих большую роль в формировании вкуса и аромата сыра: карбоновые кислоты, окси- и кетокислоты, альдегиды, кетоны, амины, аммиак и др.

При декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот образуется диоксид

углерода (углекислый газ). Одна часть его хорошо поглощается сырной массой, а другая скапливается в пустотах сырной массы, постепенно расширяя их, превращая в глазки. Аммиак образуется при дезаминировании аминокислот, вступая в соединения с кислотами; непрореагировавший аммиак улетучивается, о чем свидетельствует запах аммиака в камерах созревания сыра.

Следовательно, ферментативный распад казеина сопровождается образованием растворимых в воде азотсодержащих соединений, число которых непрерывно увеличивается. Однако около 50-80 % параказеина (в зависимости от вида сыра) остается незатронутым ферментативным процессом. Степень распада белков при созревании сыра (зрелость сыра) определяют по содержанию отдельных фракций азотистых соединений.

Схема разделения азотсодержащих соединений сыра, разработанная во ВНИИМСе, приведена ниже.



Накопление растворимых азотсодержащих соединений: пептидов различной молекулярной массы, аминокислот, аминов, амидов, аммиака (общий растворимый азот) — характеризует ширину протеолиза. Накопление низкомолекулярных пептидов, аминокислот, аминов, амидов и аммиака (аминный азот) характеризует глубину протеолиза.

Содержание продуктов протеолиза в сырах различных групп неодинаково. Так, в сырах с высокой температурой второго нагревания массовая доля (% общего азота) общего растворимого азота, по данным различных исследователей, составляет 22-32% и аминного азота — 10-14 %, в сырах с низкой температурой второго нагревания — 20-24 и 7-9 % соответственно.

Сыры с высокой температурой второго нагревания (советский) характеризуются

большой глубиной протеолиза, чем сыры с низкой температурой второго нагревания (голландский) и мягкие (латвийский). Это объясняется тем, что при выработке сыров с высокой температурой второго нагревания используют молочнокислые палочки, имеющие высокую пептидазную активность, которые обеспечивают глубокое расщепление белков.

Сыры с низкой температурой второго нагревания (голландский) созревают в основном при участии лактококков, которые имеют более высокую протеазную активность по сравнению с пептидазой, что и определяет протеолиз этих сыров.

Наибольшая ширина протеолиза характерна для мягких сыров (латвийский). Мягкие сыры в отличие от твердых сыров с низкой температурой второго нагревания имеют повышенное содержание влаги и большой объем микрофлоры. Кроме того, в созревании литовского сыра помимо заквасочной микрофлоры участвует микрофлора слизи, в результате жизнедеятельности которой происходит протеолиз казеина.

В брынзе процесс протеолиза протекает аналогично процессам в сырах с низкой температурой второго нагревания, однако с меньшим накоплением общего растворимого азота. Последнее объясняется тем, что брынза имеет более высокую массовую долю соли, созревает в рассоле и протеолиз задерживается.

С переходом белков из нерастворимого состояния в растворимое увеличивается количество связанной воды, что способствует улучшению консистенции сыра.

При нормальном брожении в сыре образуется рисунок, состоящий из шарообразных пустот (глазков), более или менее равномерно распределенных в массе сыра. У одних сыров (швейцарский) глазки достигают в диаметре 1-2 см, у других (голландский) — 0,3-0,5 см. Глазки образуются в результате накопления в сыре газообразных продуктов.

В глазках сыра иногда появляется прозрачная жидкость, которую обычно называют «слезой», — это сырный сок, выделившийся в глазки. Увеличение содержания свободной влаги зависит от глубины распада белков (носителей связанной влаги), поэтому «слеза» появляется в зрелом сыре.

Кроме гидролиза белков в сырах происходит также ферментативный гидролиз *молочного жира* (липолиз). Основным источником липаз служит микрофлора заквасок, плесени и сырной слизи. В мягких сырах жир гидролизуется более интенсивно, в твердых — значительно слабее. В процессе липолиза образуются свободные жирные кислоты — масляная, капроновая, каприновая, каприловая, валериановая. В твердых сырах их содержание незначительно. Многие из жирных кислот обуславливают характерные острые вкус и запах мягких сыров.

Минеральные вещества в сырной массе изменяются в результате образования кислот (молочная, уксусная, пропионовая и др.). Молочная кислота отщепляет от казеина фосфат кальция и органический кальций в виде лактата кальция, в результате чего к концу созревания в сыре повышается количество растворимого кальция. При излишне большом накоплении молочной кислоты казеин теряет значительную часть кальция и плохо связывает влагу, при этом сыр приобретает ломкую крошливую консистенцию и плохой рисунок. Если молочной кислоты образуется мало, то отщепление кальция от казеина задерживается, в результате сыр имеет резиновую консистенцию. Следовательно, в процессе созревания сыр должен достигнуть оптимальной для каждого вида кислотности.

2 Режимы и условия созревания сыра

Развитие микрофлоры, а следовательно, и биохимических процессов, протекающих в процессе созревания, зависит от внешних условий: температуры, относительной влажности воздуха, кратности обмена воздуха в камере созревания, а также способов ухода за поверхностью сыра.

При созревании сыра поддерживают необходимые температуру и влажность воздуха в камере созревания сыра. После посолки сыр сначала обсушивают на стеллажах в соляном помещении в течение 2-3 сут при температуре $10 \pm 2^\circ\text{C}$. Во избежание бурного брожения в твердых сырах в начальный период созревания эту же температуру поддерживают некоторое время (12-20 сут для сыров типа голландского и 15-25 сут для швейцарского) с целью активизации биохимических процессов, на следующем этапе созревания повышают температуру сыров для сыров типа голландского до $14-16^\circ\text{C}$ на 1 мес, а для сыров типа швейцарского до $10-12^\circ\text{C}$ и выдерживают сыры до полной зрелости. Большинство мягких сыров сразу после посолки помещают в камеру созревания при температуре $12-14^\circ\text{C}$ и выдерживают там до окончания созревания.

При повышении температуры воздуха в камере созревания по сравнению с оптимальной происходят интенсивное брожение и, как следствие, вспучивание сыра. При излишне низкой температуре задерживается созревание и появляются пороки сыра (невыраженный вкус, горечь и др.).

Влажность сыра влияет как на интенсивность микробиологических и биохимических процессов, так и на качество сыра. При пониженной влажности воздуха в камере созревания сырная масса теряет много влаги, созревание сыра замедляется, а на корке образуются трещины. Высокая относительная влажность воздуха способствует развитию плесени на сыре и подпреванию корки, размягчению сырного теста. Для регулирования процесса созревания и получения сыра с хорошо наведенной коркой в камере созревания поддерживают определенную влажность воздуха. Относительную влажность воздуха для сыров с высокой температурой второго нагревания вначале устанавливают на уровне 90-94%, снижая ее до 87-90 % после выхода сыра из бродительной камеры, а для сыров с низкой температурой второго нагревания — 88-92 %, снижая ее после месячного возраста до 80-85 %. Если сыры имеют защитное покрытие, то влажность сыра поддерживают на уровне 75-85%.

Для борьбы с плесенью воздух камер созревания после освобождения их от сыра озонируют или облучают ультрафиолетовыми лучами.

Уход за поверхностью сыра во время созревания проводят для поддержания поверхности в необходимом для данного вида сыра состоянии, регулирования в нужном направлении микробиологических и биохимических процессов и сокращения потерь продукта.

На протяжении всего периода созревания для равномерного наведения корки и равномерной осадки сыры периодически (в зависимости от их состояния и условий созревания) переворачивают через 7-15 сут.

Прессуемые твердые сыры с гладкой плотной коркой, не требующие развития на поверхности какой-либо микрофлоры, периодически моют, освобождая корку как от плесени, так и от слизи. Уход за сырами типа швейцарского состоит из периодических моек и незначительного подсаливания их корки для поддержания ее во влажном состоянии, чтобы не допустить образования толстых корки и подкоркового слоя, а также развития на корке плесени и слизи.

Самопрессуемые сыры, вырабатываемые с использованием поверхностной микрофлоры, в процессе созревания не моют. Поверхность этих сыров сохраняет шероховатость, неровности, впадины, обусловленные неплотным смыканием зерен, вследствие чего создаются благоприятные условия для развития необходимой аэробной микрофлоры.

Поверхность сыров, созревающих при участии микрофлоры слизи, в течение первого месяца обтирают влажной салфеткой через каждые 5-7сут для равномерного распределения слизи и поддержания поверхности в умеренно влажном состоянии. В дальнейшем обтирают реже — через 8-12сут. В конце созревания слизь подсыхает, образуя плотный гладкий слой, хорошо защищающий поверхность сыра от высыхания и развития на ней посторонней микрофлоры. Перед реализацией сыр обтирают, слегка обсушивают и завертывают в пергамент. Отличительная особенность технологии пикантного сыра состоит в том, что вначале он созревает при участии слизи, а затем слизь удаляют с поверхности сыра, сыр подсушивают и покрывают защитным покрытием. Далее сыр созревает без участия аэробной микрофлоры.

По мере появления на твердых сырах плесени или слизи их моют в специально выделенном для этого помещении, обсушивают и возвращают в камеру для созревания. Сыры можно мыть не раньше, чем через 2 нед после посолки, так как хлорид натрия еще недостаточно проник внутрь сыра и может быть потерян при ранней мойке. Температура воды для мойки сыра обычно 30-40 °С. Если в сыре происходит сильное брожение, температуру воды понижают до 20 °С. Когда необходимо усилить молочнокислое брожение в молодом сыре, температура воды составляет 35-40 °С.

Чтобы предупредить развитие поверхностной микрофлоры и ускорить наведение корки, сыры после мойки рекомендуется подвергать тепловой обработке. Для этого сыр помещают на 3-5 с в горячие воду или рассол температурой $88 \pm 5^\circ\text{C}$. Массовая доля поваренной соли в рассоле составляет 16-18 %.

С этой же целью рекомендуется обрабатывать поверхности сыров суспензией сорбиновой кислоты. Такой обработке подвергают сыры с хорошо обсушенной поверхностью на (5 ± 1) -е сутки после посолки, при этом сыр целиком погружают в суспензию или равномерно наносят ее на поверхность сыра с помощью мягкой щетки, губки или салфетки.

3 Потери сырной массы при созревании и выход сыра

Правильный, рациональный уход за поверхностью сыра в процессе созревания способствует не только получению продукта хорошего качества, но и сокращению его потерь.

В процессе посолки и созревания масса сыра из-за усушки уменьшается. Наибольшая потеря массы, наблюдаемая в период посолки сыра за счет извлечения из него влаги, $4,5 \pm 1,5\%$ массы сыра. После посолки масса сыра продолжает уменьшаться вследствие испарения влаги с его поверхности.

На величину усушки влияют условия созревания (температура, относительная влажность и кратность воздухообмена в камере созревания), свойства сыра (влажность сырной массы, состояние корки и удельная площадь поверхности головки сыра), приемы ухода за сыром (частота и качество мойки, тепловая обработка, свойства и своевременность применения защитных покрытий).

Усушка возрастает с повышением температуры и уменьшением относительной влажности воздуха, усилением воздухообмена в камерах созревания. В сырах с повышенной влажностью усушка больше, чем в сырах с меньшим содержанием влаги. Чем больше удельная площадь поверхности сыра, тем больше усушка.

При обработке сыра (мойка, тепловая обработка и др.) происходит потеря жира и белка. Общие потери массы сыра в процессе созревания в результате усушки и потерь жира и белка составляют 5-11 %. Потери сырной массы, в свою очередь, влияют на выход сыра.

Применение прогрессивных способов ухода за сыром, использование защитных покрытий значительно уменьшают усушку, но не предотвращают ее. Чем раньше применяют защитное покрытие поверхности сыра, тем меньше усушка, так как наибольшая потеря массы сыра наблюдается в первые дни созревания.

4 Защитные покрытия твердых сыров

Предупредить разрушение корки сыра и развитие на ней слизи и плесени, снизить потери массы сыра, повысить качество готового продукта и сократить затраты по уходу за сыром при созревании можно с помощью защитных покрытий поверхности сыров на основе парафина, различных полимерных пленок и комбинированных покрытий.

Полимерное покрытие (сплав СКФ-15). Сплав относится к пленкообразователям на основе парафина с полимерными и другими наполнителями. Этот сплав используют как самостоятельное покрытие, а также в качестве защитного слоя в комбинированных покрытиях ВИМ и новаллен.

В сыроделии применяют как раннее парафинирование, так и парафинирование сыров на более поздних стадиях созревания. Раннее парафинирование осуществляют только после наведения на поверхности сыра достаточно прочной, сухой и гладкой корки.

Твердые сыры с низкой температурой второго нагревания подвергают раннему парафинированию в 15-20-суточном возрасте. В случае созревания сыров в сырохранилищах с высокой относительной влажностью (выше 90 %) их покрывают парафинополимерными покрытиями позднее — в 20-25-суточном возрасте. При этом до парафинирования сыры моют или протирают салфеткой, не допуская обильного развития на поверхности плесени и слизи.

Для покрытия сыров сплавами используют парафинеры различных конструкций. Поверхность сыра перед нанесением покрытия должна быть сухой. Температура сыра 10-12 °С. Для нанесения защитного покрытия сыр погружают в расплав на 2-3 с, а затем вынимают и выдерживают 2-3 с над парафином для стекания излишков расплава и его застывания, после чего осторожно снимают с держателя. Температура парафинополимерного сплава СКФ-15 составляет 160-170°С, а при раннем парафинировании 130-140°С. Температуру парафиновоскового сплава поддерживают на уровне 140-150 °С.

Уход за парафинированным сыром сводится к обтиранию его поверхности мягкой сухой салфеткой, переворачиванию через каждые 10-15сут. При необходимости сыры перед отгрузкой парафинируют вторично.

Полимерные пленки. В промышленности используют следующие полимерные пленки: полиэтиленцеллофан, повиден, саран. Применяют их для созревания, хранения и реализации сыров с низкой температурой второго нагревания.

Пленочные материалы, применяемые в сыроделии, должны быть достаточно прочными, иметь низкую паро-, газо- и влагопроницаемость, быть нетоксичными, не сообщать привкуса и запаха продукту, легко свариваться, плотно облепать упаковываемый сыр. При созревании в пленке усушка сыра почти полностью устраняется. Это обстоятельство следует учитывать при производстве сыров. Вырабатывать их надо с пониженной на $2,0 \pm 0,5$ % массовой долей влаги после прессования по сравнению с сырами, созревающими в парафиновосковом или парафинополимерном покрытии. В противном случае возможно получение продукта с повышенным содержанием влаги. Кроме того, при этом возможно нарушение нормального развития микробиологических и биохимических процессов при созревании сыра и, как следствие, возникновение ряда пороков (нечистый горький вкус, неправильный рисунок); консистенция в этом случае может быть мажущейся или рыхлой. И наконец, при излишней начальной влажности сыров возможно выделение жидкости (сыворожки) под пленкой во время созревания, что недопустимо.

На предприятиях, вырабатывающих сыры в пленках, чтобы исключить обсеменение продукта плесенью и другой посторонней микрофлорой, в помещениях для посолки, обсушки и упаковывания сыра в пленку устанавливают бактерицидные лампы. Они облучают эти помещения в нерабочее время в течение 8 ч (не менее) в сутки. Бактерицидные лампы устанавливают в проходах между стеллажами и следят за тем, чтобы сыр не облучался.

Перед упаковкой в пленку сыр после посолки выдерживают при температуре 12 ± 2 °С от 5 до 12 сут в зависимости от состояния поверхности сыров.

Сыр перед упаковыванием в пленку должен иметь совершенно сухую чистую поверхность без плесени и слизи и без каких-либо повреждений. Чтобы предотвратить конденсацию влаги на поверхности сыров, температуру в помещении для упаковывания поддерживают такой, которая не превышала бы температуру воздуха в камере для созревания сыра. Если сыры упаковывают при комнатной температуре, то их предварительно выдерживают в помещении для упаковывания в течение 1,5-2,5 ч.

За 2-3 сут до упаковывания в пленку сыр рекомендуется обработать суспензией сорбиновой кислоты, что способствует предотвращению развития на сыре под пленкой поверхностной микрофлоры.

Упаковывание сыра в пакеты из полимерной пленки проводят на специальных вакуум-упаковочных машинах различных конструкций. Из пакетов необходимо полностью удалить воздух и обеспечить его герметизацию путем термосварки или зажатия металлической клипсой. При использовании пакетов из повиденовой пленки после упаковывания сыра осуществляют термоусадку пленки. Для этого сыр погружают на 4 ± 1 с в горячую воду температурой 96 ± 1 °С.

Допускается проводить созревание всех видов твердых сыров в пакетах из полимерной пленки без вакуумирования и герметизации упаковки. После такой же предварительной подготовки, что и при упаковывании под вакуумом, сыр укладывают в пакеты, концы которых плотно, без складок подворачивают под головку сыра. Обнаружив на сыре плесень или слизь, его моют, обсушивают и повторно укладывают в чистые пакеты. За 7-10 сут до конца созревания сыр вынимают из пакета, моют, обсушивают в течение 3-7 сут, маркируют и парафинируют или переупаковывают в пленку под вакуумом.

В настоящее время создан ряд новых пленок для сыров: ПОЛИФОРМ-3, ОМПЛАСТ, АМИВАК СН и др.

Полиамид-полиолефиновая трехслойная асептическая пленка ПОЛИФОРМ-3 создана с использованием в качестве антимикробной добавки натриевой соли дегидрацетовой кислоты с пищевыми кислотами: молочной, лимонной и др. Пленка ПОЛИФОРМ-3 предназначена для созревания упакованных в эту пленку твердых сычужных сыров типа голландского, а также для хранения готовых сыров этого типа в порционной упаковке и мягких сыров без созревания. В пакеты из пленки ПОЛИФОРМ-3 упаковывают сыр в возрасте 12 сут, пакеты вакуумируют, заваривают и сыр направляют на созревание.

На основе полиолефинов создана трехслойная термоусадочная пленка ОМПЛАСТ, по своим свойствам сочетающая антимикробную активность по отношению к посторонней микрофлоре и газопроницаемость по отношению к воздуху, углекислому газу и кислороду. Внутренний слой этой пленки обладает антимикробной активностью к плесневым грибам, дрожжевым клеткам и другим нежелательным бактериям. Пленку ОМПЛАСТ выпускают в виде пакетов. Хорошая селективная газопроницаемость позволяет использовать пленку на ранней стадии созревания сыра, а именно на 5-7-е сутки. Пакет с сыром вакуумируют, заваривают и подвергают термоусадке в воде при температуре 93-95 °С.

Упаковку АМИВАК СН выпускают в виде многослойных пакетов, характеризующихся проницаемостью по отношению к углекислому газу. Материалы, из которых изготовлены пакеты, не включают хлорсодержащих соединений. Пакеты с сыром закрывают путем термосварки или с помощью специальных клипс с последующей термоусадкой пакета путем погружения в горячую воду температурой 90 °С.

Комбинированное покрытие новаллен. Покрытие применяют в производстве различных твердых сыров. Комбинированное покрытие новаллен состоит из двух слоев — каркасного и защитного. Каркасный слой новаллена представляет собой смесь латексов, в которую входит бактериостатический наполнитель, предохраняющий поверхность сыра от воздействия посторонней микрофлоры, а защитный слой — парафиновосковой или

парафинополимерный сплав.

Защитный слой характеризуется высокой адгезией к каркасному слою и низкой паропроницаемостью, что обеспечивает защиту сыра от усушки и плесневения. В свою очередь, каркасный слой улучшает прочностные свойства защитного слоя, устраняет такой дефект, как осыпание парафинового слоя.

Каркасный слой наносят на швейцарский сыр на 8-9-е сутки, а на российский — на 3-4-е сутки. Каркасный слой наносят погружением, намазыванием, накатыванием, напылением в два приема: вначале покрывают верхнее полотно и более половины (по высоте) боковой поверхности, а затем после обсушки аналогичным образом покрывают остальную часть головки сыра. Для формирования каркасного слоя проводят обсушку в сушилках любого типа при температуре воздуха не более 35 °С и скорости его движения 5-7 м/с. При этом продолжительность обсушки составляет от 5 до 7 мин. Благодаря избирательной проницаемости по отношению к углекислому газу и кислороду каркасный слой способствует газообмену в начальный период созревания сыра. После окончания молочнокислого брожения интенсивность выделения углекислого газа снижается и на сыры можно наносить защитный слой покрытия.

Защитный слой наносят на сыры типа швейцарского на 2-3-й сутки после выхода сыра из бродильной камеры, а на сыры типа российского — сразу или через 2-4 сут после формирования каркасного слоя.

Покрытие ПОЛИСВЭД. Антимикробное латексное покрытие, изготовленное на основе латексов сополимеров винилацетата с этиленом или дибутилмалеинатом. В качестве антимикробной добавки использована натриевая смесь дегидрацетовой кислоты. Для окрашивания использован бета-каротин в виде препарата «Ветерон».

Покрытие ПОЛИСВЭД предназначено для применения в производстве сыров типа голландского. Как самостоятельное покрытие ПОЛИСВЭД наносят намазыванием на поверхность сыра в возрасте 3-8 сут. Условия подготовки поверхностного слоя сыра перед нанесением покрытия ПОЛИСВЭД аналогичны условиям применения покрытия новаллен.

Комбинированное покрытие ПАРАСВЭД. Применяют его в производстве твердых сыров типа голландского. В качестве каркасного слоя используют латексное покрытие ПОЛИСВЭД, которое наносят на сыр на 5-е сутки его созревания. Защитный слой представляет собой полимерно-восковой сплав, который наносят на сыр в 40-дневном возрасте.