УДК 637.33

Л.А. Остроумов, А.А. Майоров, Е.А. Николаева

ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ РИСУНКА В СЫРАХ

Исследовано образование и развитие рисунка в сырах с низкой и высокой температурой второго нагревания, созревающих при двух способах ухода (традиционный и в полимерной пленке). Приведены данные, характеризующие рост размеров глазков при созревании, их распределение по монолиту сыра, состав газовой фазы глазков.

Рисунок, созревание, пленка, газовая смесь, кишечная палочка, маслянокислые бактерии, углекислый газ, азот.

Главным инициатором образования рисунка в сыре является его газовая фаза, природа которой может носить двойственный характер [1].

Одним из источников газа в сыре является воздух, который попадает в сырную массу во время формования, остается в ней до конца созревания сыра. Причем в некоторых видах сыров, например, в сыре «Российский», включение воздуха в сырную массу является обязательным условием. Находясь между сырными зернами, он запрессовывается в сыр и служит главным инициатором образования в нем так называемого «пустотного рисунка», наличие его является видовым признаком подобного типа сыров.

Вторым источником газа в сырной массе является образование его вследствие развития в ней в период созревания различных видов микрофлоры (молочнокислая, пропионовокислая, кишечная палочка, маслянокислая и др.). Причем количество и состав выделяемого газа зависит от вида микрофлоры и может колебаться в значительных количествах. Поведение газа в сырной массе носит многофакторный характер. Часть его переходит в атмосферу, другая – растворяется в сырной массе, третья – участвует в образовании рисунка и т.д. Все это указывает на существенное участие газовой фазы в формировании качественных показателей сыра и необходимости глубокого изучения этого явления с целью направленного регулирования процесса газообразования в сыре. Соотношение между отдельными фракциями газа в сыре также зависит от свойств сырной массы. Более плотный наружный слой сыра замедляет выделение газа в атмосферу.

Основными источниками микрофлоры в сыре являются молоко-сырье, бактериальные закваски и антисанитарное состояние производства. В отличие от многих молочных продуктов большинство сыров в процессе созревания выдерживается в течение длительного времени в условиях, при которых в них размножаются не только необходимые, но и посторонние микроорганизмы. Их развитие в сыре может привести к ухудшению органолептических свойств продукта и показателей безопасности [2-4].

К распространенным представителям посторонней микрофлоры в сыре относятся бактерии группы кишечных палочек (БГКП). Их количество в сыре зависит от уровня загрязнения молока и температуры его обработки. В основном развитие БГКП имеет место в сырах с низкой температурой второго нагревания. В сырах с высокой температурой второго нагревания из-за повышенных температур обработки зерна представители бактерий этой группы встречаются крайне редко.

Критическая биомасса БГКП в сырах с низкой температурой второго нагревания, по достижении которой они начинают оказывать отрицательное влияние на органолептические показатели продукта, равна 10^5 кое/г [2]. Оно выражается в появлении большого количества мелких, неправильной формы глазков, нечистого, гнилостного и других порочных привкусов, ухудшения консистенции. При наличии в сыре в период максимума более 10^8 кое/г этих бактерий происходит раннее вспучивание сыра, т. е. он теряет форму. Из газообразных продуктов БГКП в сырах образуют водород и углекислый газ.

Другой большой группой микроорганизмов, наносящих вред сыроделию, являются маслянокислые бактерии. Их развитие, как правило, наступает на второй стадии созревания сыров с высокой температурой второго нагревания. Маслянокислые бактерии получают в сырах энергию путем сбраживания лактатов и солей органических кислот с образованием в качестве основных продуктов масляной и уксусной кислот и большого количества газов (углекислый газ и водород). Специфической особенностью этих бактерий является образование спор, которые прорастают при попадании в благоприятные условия, что затрудняет борьбу с этой микрофлорой.

Основное место обитания маслянокислых бактерий – почва и силос плохого качества. Из силоса споры маслянокислых бактерий попадают в молоко с частицами корма или навоза.

Кроме перечисленной микрофлоры, в газообразовании в сыре могут принимать участие другие виды посторонней микрофлоры, но они встречаются реже, и поэтому их влияние на процесс носит единичный характер.

В противоположность посторонней микрофлоры при выработке сыров применяют наборы специальных бактерий, необходимых для биотрансформации компонентов молока в соединения, обуславливающих формирование специфических органолептических показателей сыров.

При выработке большинства видов сыров используют культуры молочнокислых бактерий.

Активное участие в созревании сыров с высокой температурой второго нагревания принимают пропионовокислые бактерии. В сыре они ферментируют

в основном лактаты с образованием пропионовой и уксусной кислот, а также углекислого газа [5-7].

Пропионовокислые бактерии чувствительны к концентрации поваренной соли в водной фазе сыра, что объясняет пониженное ее содержание в зарубежных сырах с высокой температурой второго нагревания («Грюйер», «Аппенцеллер», «Эмментальский» и др.). Подобные отечественные сыры вырабатываются с большим содержанием соли из-за низкого качества перерабатываемого молока.

Таким образом, при созревании сыра протекают различные микробиологические процессы, служащие источником газообразования, следствием которых является образование в нем типичного рисунка или различных дефектов, выражающихся в образовании нехарактерного для сыра рисунка, самокольных трещин и других пороков.

Особенно важно значение рисунка для сыров с высокой температурой второго нагревания, так как существует тесная корреляционная связь этого показателя со вкусом, ароматом и консистенцией продукта. Поэтому наличие хорошего рисунка, как правило, является признаком сыра высокого качества.

Изучали два типа сыра «Голландский брусковый» - типичный сыр хорошего качества и сыр с развитым брожением бактерий кишечной палочки. Причем оба типа сыров созревали при традиционном способе ухода и в пленке.

Как правило, в типичном сыре глазки образуются в начальный период созревания и в 15-20-суточном возрасте продукт имеет выраженный рисунок.

Динамика роста размеров глазков в сыре «Голландский брусковый» показана на рис. 1.

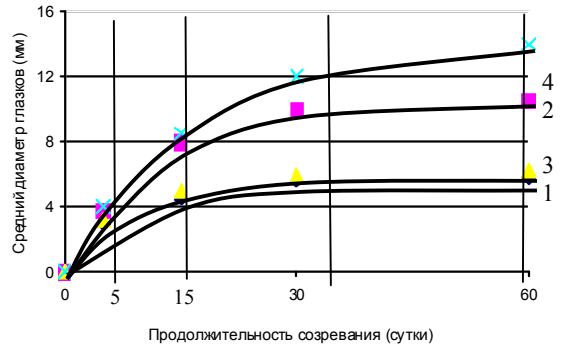

Рис. 1. Динамика роста размеров глазка в сыре «Голландский брусковый» (усредненные данные):
1 – сыр с нормальным рисунком (традиционный способ ухода); 2 – сыр с бактериями ГКП (традиционный способ ухода); 3 – сыр с нормальным рисунком (созревание в пленке); 4 – сыр с бактериями ГКП (созревание в пленке)

В типичном сыре 5-суточного возраста обнаружены мелкие глазки (до 4,0 мм). В 15-суточном сыре размеры глазков увеличились и составили в среднем от 4,6 и 5,5 мм, причем фракция больше 8,0 мм составляла 3,0 % от общего количества глазков у традиционных сыров, 14 % у броженых сыров. В сыре месячного возраста отмечены дальнейшие изменения в размерах глазков (средний диаметр глазка 5,5 и 6,4 мм). Увеличилось количество глазков более крупных фракций (диаметр больше 6,0 мм), которые составляли 44,0 % у типичных сыров и 64,0 % у броженых сыров.

В зрелом сыре (60 суток) неравномерность в размерах глазков продолжала оставаться существенной (средний диаметр 5,8 и 7,1 мм).

Созревание сыра в пленке способствовало некоторому увеличению диаметра глазков.

Так, в 15-суточном возрасте средний диаметр глазков типичного сыра составлял 4,9 мм, а броженого сыра – 5,3 мм, в 30-суточном сыре соответственно 5,7 и 7,3 мм, а в 60-суточном – 6,4 и 8,0 мм.

Из приведенных данных видно, что созревание в пленке увеличило средний диаметр зрелого типичного сыра «Голландский брусковый» на 10,0 %, а броженого сыра – на 12,7 %.

Сделана попытка изучить состав газовой смеси в сырах различного качества на разных этапах созревания. Данные по процентному составу газовой смеси сыра «Голландский брусковый» приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Процентный состав газовой смеси глазков типичного сыра «Голландский брусковый» на разных этапах созревания

Газ	Способ ухода за сыром при созревании	Процентный состав газовой смеси в глазках сыра разного возраста (сутки)			
		5	15	30	60
CO_2	Традиционный	36,0	67,0	76,5	81,5
	В пленке	52,0	73,0	79,0	86,0
N_2	Традиционный	64,0	33,0	23,5	18,5
	В пленке	48,0	27,0	21,0	14,0
H_2	Традиционный	-	-	-	следы
	В пленке	-	-	-	следы

Таблица 2

Процентный состав газовой смеси глазков сыра «Голландский брусковый» с бактериями ГКП на разных этапах созревания

Газ	Способ ухода за сыром при созревании	Процентный состав газовой смесив глазках сыра разного возраста (сутки)			
		5	15	30	60
CO_2	Традиционный	48,5	48,0	41,0	37,0
	В пленке	54,0	40,0	27,0	25,0
N_2	Традиционный	45,0	21,5	13,0	10,5
	В пленке	32,0	20,0	18,0	11,0
H_2	Традиционный	6,5	30,5	46,0	52,5
	В пленке	14,0	40,0	55,0	64,0

Независимо от качества сыра состав газовой фазы изменялся в процессе созревания.

В типичном сыре в начале созревания в газовой смеси обнаружено 64 % азота воздуха и 36 % углекислого газа (традиционный способ созревания) и 48 % азота и 52 % углекислого газа (созревание в пленке).

Затем, по мере созревания, относительное количество азота в газовой смеси уменьшалось, а количество углекислого газа возрасло. В зрелом сыре их количество составляло для азота 18,5 % и 14,0 % и углекислого газа – 81,5 % и 85,0 %.

В сырах с активным развитием бактерий группы кишечной палочки относительный состав газовой смеси имел принципиальные отличия. С первых дней созревания в ней присутствовал водород, количество которого увеличивалось по мере созревания. Относительный состав газовой смеси зрелого сыра был следующим: углекислый газ – 37,0 %, азот – 10,5 % и водород – 52,5% (традиционный способ созревания) и углекислый газ – 25,0 %, азот – 11,0 % и водород 64,0 % (созревание в пленке).

В отличии от многих видов сыры с высокой температурой второго нагревания созревают при нескольких температурных режимах. После посолки и обсушки сыр в течение (20±5) суток выдерживают при температуре (11±1) ^{o}C, затем помещают на 25-35 суток в бродильную камеру с температурой (22±2) ^{o}C, после чего до конца созревания переносят в камеру с температурой (11±1) ^{o}C.

Ступенчатый температурный режим созревания вызван технологическими особенностями производства сыра. Помещение сыра в теплую камеру необходимо для развития в нем пропионовокислый бактерий, которые являются обязательной микрофлорой для данных сыров.

В типичном сыре с высокой температурой второго нагревания глазки зарождаются в первые дни созревания. Нормального развития они достигают при нахождении в камере с повышенной температурой.

В броженом сыре глазки зарождаются на начальном этапе созревания. Однако бурный их рост происходит в теплой камере. Сыр начинает терять форму, консистенция растрескивается, появляется самокол, даже может произойти разрыв упаковочной пленки.

Динамика роста размеров глазков в сыре «Советский» разного качества показана на рис. 2. Средний диаметр глазка в типичном сыре составлял 8,0-8,9 мм при колебаниях от 1,5 до 12 мм, в броженом – 17,0 и 24,0 мм при колебаниях от 1,5 до 32,0 мм.

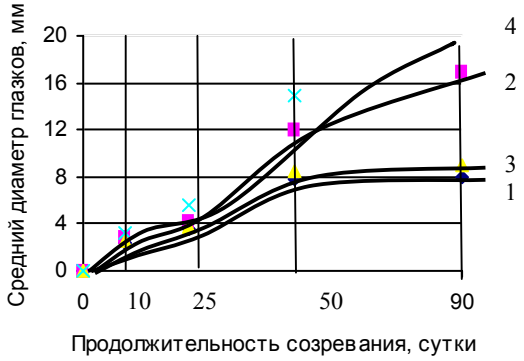

Рис. 2. Динамика роста размеров глазков в сыре «Советский» (усредненные данные):
1 – типичный сыр (традиционный способ ухода); 2 – сыр с маслянокислым брожением (традиционный способ ухода); 3 – типичный сыр (созревание в пленке); 4 – сыр с маслянокислым брожением (созревание в пленке)

На всех этапах созревания отмечали неравномерность в размерах глазков. Перед помещением сыра в бродильную камеру диаметр глазка составляли фракции не более 7,0 мм. После бродильной камеры основная часть глазков типичных сыров отнесена к фракциям от 7,0 до 16 мм (69 % от общего количества глазков при традиционном способе ухода и 82 % при созревании в пленке), а у зрелого сыра - 72,0 и 84,0 % соответственно.

Газовая фаза сыров состоит в основном из углекислого газа, азота и водорода. Процентный состав газовой смеси сыров на разных этапах созревания показан в таблицах 3 и 4.

В типичном сыре в процессе созревания происходило постепенное увеличение процентного содержания углекислого газа при снижении процентного содержания азота. Процентное содержание водорода в этих сырах было небольшим.

В сырах с маслянокислым брожением процентный состав газовой смеси был иным. Количество углекислого газа и азота по мере созревания сыра уменьшалось, а количество водорода – увеличивалось. Относительный состав газовой смеси зрелого сыра был следующим: углекислый газ – 29,5 %, азот – 9,5 % и водород – 61,0 % (традиционный способ созревания сыра) и углекислый газ – 21,0 %, азот 6,0 % и водород – 73,0 %.

Таблица 3

Процентный состав газовой смеси глазков типичного сыра «Советский» на разных этапах созревания

Газ	Способ ухода за сыром при созревании	Процентный состав газовой смесив сыре разного возраста (сутки)			
		10	25	50	90
CO_2	Традиционный	41,0	54,0	70,5	71,0
	В пленке	48,0	77,0	76,0	78,0
N_2	Традиционный	59,0	43,0	21,0	17,5
	В пленке	52,0	21,0	18,0	15,0
H_2	Традиционный	-	3,	8,5	11,5
	В пленке	-	2,0	6,0	7,0

Таблица 4

Процентный состав газовой смеси глазков сыра «Советский» с маслянокислым брожением

Газ	Способ ухода за сыром при созревании	Процентный состав газовой смеси в сыре разного возраста (сутки)			
		10	25	50	90
CO_2	Традиционный	47,0	52,5	39,5	29,5
	В пленке	45,0	53,0	23,0	21,0
N_2	Традиционный	53,0	37,0	16,0	9,5
	В пленке	50,0	20,0	13,0	6,0
H_2	Традиционный	-	10,5	44,5	61,0
	В пленке	5,0	27,0	64,0	73,0

Таким образом, созревание сыра в полимерной пленке способствует некоторому увеличению размера глазков, а также их более равномерному распределению по монолиту. Так, в наружном слое сыра «Голландский брусковый», созревавшего по традиционному режиму, содержалось 6,7 % глазков от общего их количества, а в сыре, созревавшем в пленке – 12,5 %. Для сыра «Советский» эти показатели составляли 4,1 и 11,0 %.

Список литературы

1. Майоров А.А. Исследование развития рисунка в «советском» сыре / А.А. Майоров // Автореф. дис.…канд. техн. наук. - Л., 1979. - 26 с.

2. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова - М.: Де Ли принт, 2003. - 800 с.

3. Перфильев Г.Д., Гудков А.В. Возбудители маслянокислого брожения в сырах и методы борьбы с ними / Г.Д. Перфильев, А.В. Гудков // Обзорная информация. - ЦНИИТЭИММП, 1981. - 40 с.

4. Перфильев Г.Д. Сыропригодность молока. Научные и практические аспекты / Г.Д. Перфильев, Г.М. Свириденко, Ю.Я. Свириденко // Масло. Сыр. Состояние, проблемы, перспективы развития: Мат. НПК. - Углич, 2003. - С. 56-57.

5. Климовский И.И. Пропионовокислые бактерии и их влияние на биохимические процессы и качество «советского» сыра / И.И. Климовский, К.П. Алексеева, К.А. Чекалова // Молочная промышленность, 1965. - № 2. - С. 16-18.

6. Алексеева М.А. Изучение развития пропионовокислых бактерий в «советском» сыре и их влияние на его качество / М.А. Алексеева // Автореф. дис….канд. техн. наук. - М., 1974. - 24 с.

7. Отт Е.Ф. Подбор и способ применения культур пропионовокислых бактерий для сыров с высокой температурой второго нагревания / Е.Ф. Отт // Автореф. дис….канд. техн. наук. - М., 1984. - 20 с.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

SUMMARY

L.A. Ostroumov, A.A. Majors, E.A. Nikolaev

Dynamics of formation of figure in cheeses

Formation and development of figure in cheeses with low and a heat of the second heating, ripening is investigated at two ways of leaving (traditional and in a polymeric film). The data describing growth of the sizes of eyes at maturing are cited, their distribution on a monolith of cheese, structure of a gas phase of eyes.

Figure, maturing, a film, a gas mix, an intestinal stick, butyricacid окислые bacteria, carbonic gas, nitrogen.