

Т.Н. Садовая

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СЫРОВ С ГОЛУБОЙ ПЛЕСЕНЬЮ

Исследована микроструктура сыров с голубой плесенью. Представлена динамика развития голубой плесени в процессе созревания сыра. Представлена структура сыра в процессе созревания, очищенного от голубой плесени.

Сыр, микроструктура, голубая плесень, процесс созревания.

Введение

О пользе сыра и его высокой питательной ценности известно всем. В нем много белка (причем этот белок очень легко усваивается нашим организмом), витаминов и минералов, особенно кальция. Кальция в сыре столько, сколько нет ни в одном продукте: ни в овощах и фруктах, ни в яйцах и бобовых, ни в крупах, ни даже в других молочных продуктах. Чтобы получить суточную норму кальция, достаточно съесть 100 граммов хорошего сыра [1, 2].

В настоящее время существует около 2000 сортов сыра и, конечно, появляются новые. Сыр с плесенью может быть твердым или мягким, но делается в основном из самого жирного коровьего молока. Некоторые сорта такого сыра делаются из козьего и овечьего молока, к ним относится и один из самых знаменитых – «Рокфор», а также некоторые сыры из стран Восточной Европы [3].

Различают несколько видов сыра с плесенью, однако различия между ними не слишком существенны. К первому виду можно отнести сыры с белой плесневой корочкой. Самые известные из них – «Камамбер» и «Бри». Для производства этих сыров молоко створаживают, а потом солят. Вызревает такой сыр в подвалах, где живут плесневые грибки из рода пенициллиновых – там ими покрыты все стены, а называют их «благородной плесенью». У зрелого сыра такой пушистой плесенью покрыта вся корочка.

Следующий вид – голубые плесневые сыры, а точнее, сыры с голубой плесенью – тоже благородной. На срезе такого сыра множество зеленовато-голубых вкраплений, а самые известные сорта – «Рокфор», «Фурм д'Амбер», «Горгонзола», «Бле де Косс».

Все виды и сорта плесневых сыров объединяет технология их производства: они обрабатываются штаммами различных пенициллиновых грибов.

В сырах с плесенью много кальция и фосфора, различных витаминов, а также белка, содержащего незаменимые аминокислоты. В сыре с плесенью есть и полезные бактерии, помогающие работе кишечника.

В «голубом» сыре не должны быть слишком заметны каналы, через которые в него поступала плесень, и вообще, полостей, заполненных голубой плесенью, в сыре должно быть не слишком много. Сыр должен быть слегка рыхлым, влажным и нежным и не должен рассыпаться.

Рассмотрим особенности мягких сыров с голубой плесенью. Сыр с голубой плесенью полностью переваривается, содержит восемь незаменимых аминокислот и множество водо- и жирорастворимых витаминов. Плесень еще больше увеличивает его целебные свойства. Она содержит незаменимые аминокис-

лоты и бактерии, которые улучшают работу кишечника, способствуют синтезу витаминов группы В.

Отличительная особенность этих сыров – наличие пятнышек зелено-голубой плесени в мягкой сырной массе, что придает сыру особый, ни с чем не сравнимый вкус. Молоко для этого вида сыров должно сворачиваться при температуре 30 °С. После этого сырную массу аккуратно вытряхивают в выложенную материей форму и закрывают деревянной пластиной. Затем время от времени сырныи круги поворачиваются, чтобы обеспечить лучшее стекание сыворотки. Через одну-две недели сыр вынимают из формы и периодически переворачивают, чтобы сыворотка продолжала стекать. Таким образом, получается невареная и непрессованная сырная масса, которая затем натирается солью и прокалывается длинными иглами с грибами плесени, что способствует развитию зелено-голубых прожилок внутри сыра.

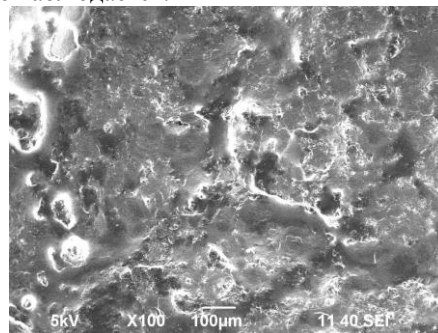
Целью данной работы является исследование микроструктуры сыров с голубой плесенью.

Материалы и методы

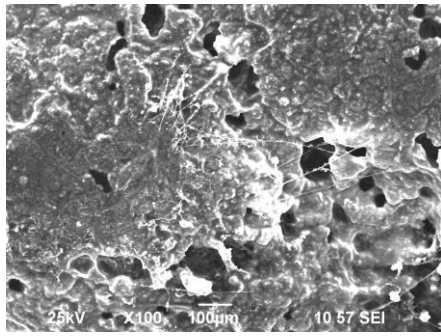
Микроструктурные исследования сыров с голубой плесенью осуществляли в Институте угля и углехимии СО РАН (г. Кемерово). Электронно-микроскопические исследования проводили на растровом сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6390 LA.

Результаты и их обсуждение

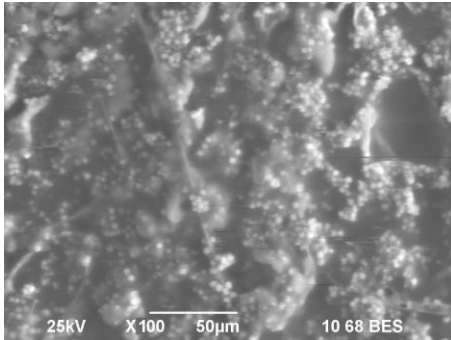
На рис. 1 представлена динамика развития голубой плесени в процессе созревания сыра. Из рис. 1 видно, что сыр сразу после прессования (0 дней созревания) имеет ровную поверхность, развития плесени не наблюдается.



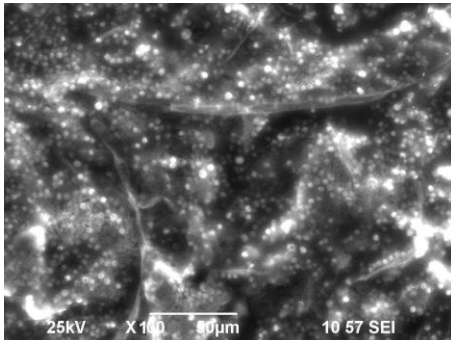
а



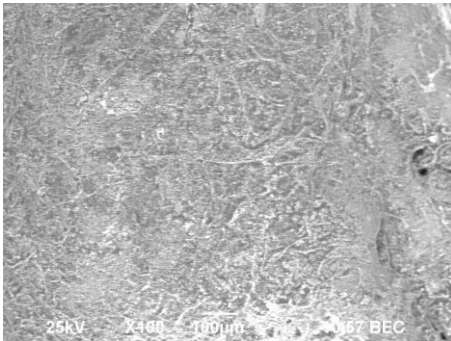
б



в



г



д

Рис. 1. Динамика развития голубой плесени в процессе созревания сыра: а – 0 суток; б – 5 суток; в – 15 суток; г – 30 суток; д – 60 суток

Начиная с первых дней созревания, вследствие кислой среды и высокой относительной влажности воздуха бурно развиваются плесени рода *Olidium lactis* и дрожжи рода *Torulopsis* и *Mycoderma*. Количество дрожжей на 1 см² поверхности сыра в начале созревания исчисляется десятками миллионов, а в конце созревания – миллионами и сотнями тысяч. В процессе жизнедеятельности плесени интенсивно разлагается молочная кислота, понижается активная кислотность поверхностных слоев сыра. По мере снижения активной кислотности с нарастающим темпом начинают развиваться микрококки и протейнолитические бактерии сырной слизи. Этому процессу также способствует накопление витаминов и ростовых веществ, образующихся в результате отмирания и автолиза дрожжей.

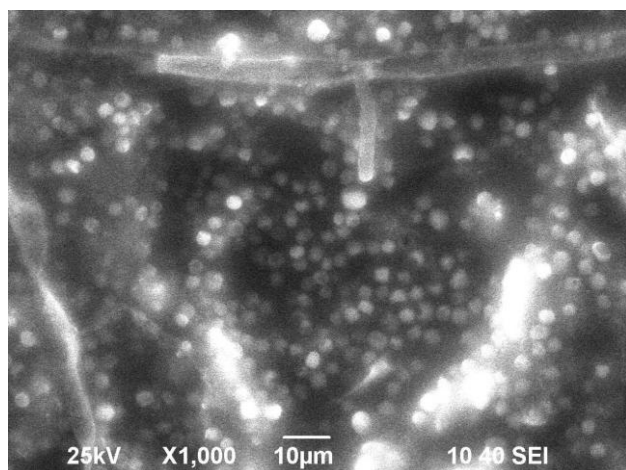
Во время созревания регулируют развитие плесени в толще и на поверхности сыра, которая активно развивается через 6–8 суток после посолки. В сыре возрастом 5 дней плесень появляется в виде тонких нитеподобных образований длиной от 100 до 3000 мкм и диаметром от 1 до 3 мкм.

В сыре сроком созревания 15 суток плесень покрывает практически всю поверхность сыра и проникает в его толщу. Плесень увеличивается в диаметре до 3–5 мкм. Следует отметить, что микроструктура плесени представлена в поперечном сечении (рис. 1в). Высота грибницы составляет 10–15 мкм, диаметр 30–50 мкм.

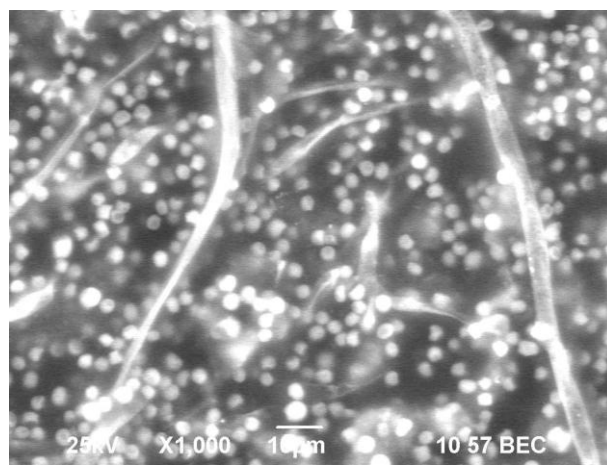
В возрасте 30 суток происходит дальнейшее укрупнение как отдельных плесневых образований, так и грибниц. Плесени в диаметре укрупняются до 7 мкм. Высота грибниц составляет 20–30 мкм, диаметр 50–70 мкм. Глубина проникновения грибницы внутрь макрозерна равна 45–60 мкм.

У сыров в возрасте 60 суток плесень покрывает практически всю поверхность сыра, проникает вовнутрь, объединяется между собой. Из рис. 1д видно, что грибницы объединились между собой, а структура сыра под слоем плесени практически не видна.

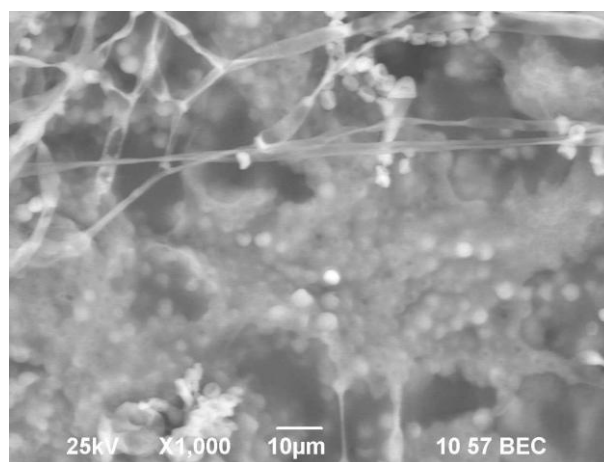
При увеличении в 1000 раз более четко выявляется структура плесени и ее расположение в сырной массе (рис. 2). В молодом сыре плесень имеет светло-зеленый или темный серо-голубой цвет. По мере созревания сыра плесень приобретает голубой и серо-голубой цвет, заполняя собой образовавшиеся в сырном тесте пустоты, и создает «мраморность» на разрезе.



а



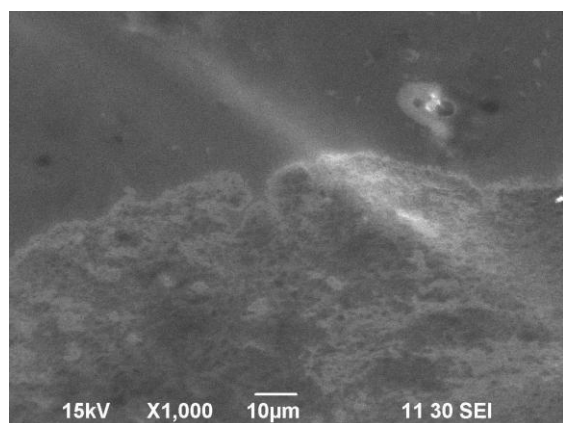
б



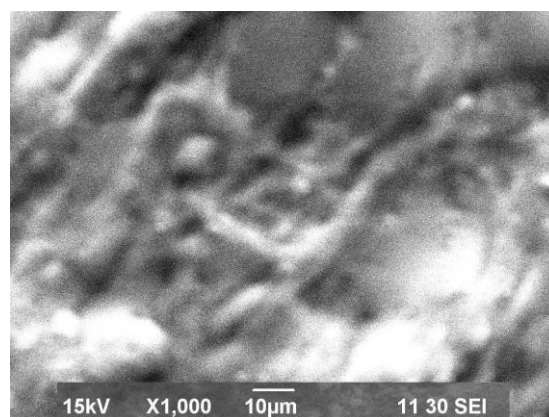
в

Рис. 2. Структура плесени и ее расположение в сырной массе, срок созревания сыра: а – 15 суток; б – 30 суток; в – 60 суток сень, развивается. С увеличением возраста сыра происходит формирование микропустот и белковых прослоек.

На рис. 3 представлена структура сыра в процессе созревания, отчищенного от голубой плесени. Структура сыра в процессе созревания, так же как и плесень, развивается. С увеличением возраста сыра происходит формирование микропустот и белковых прослоек. Микропустоты в зрелом сыре достигают размеров 20–30 мкм, белковые прослойки 10–20 мкм.



а



б

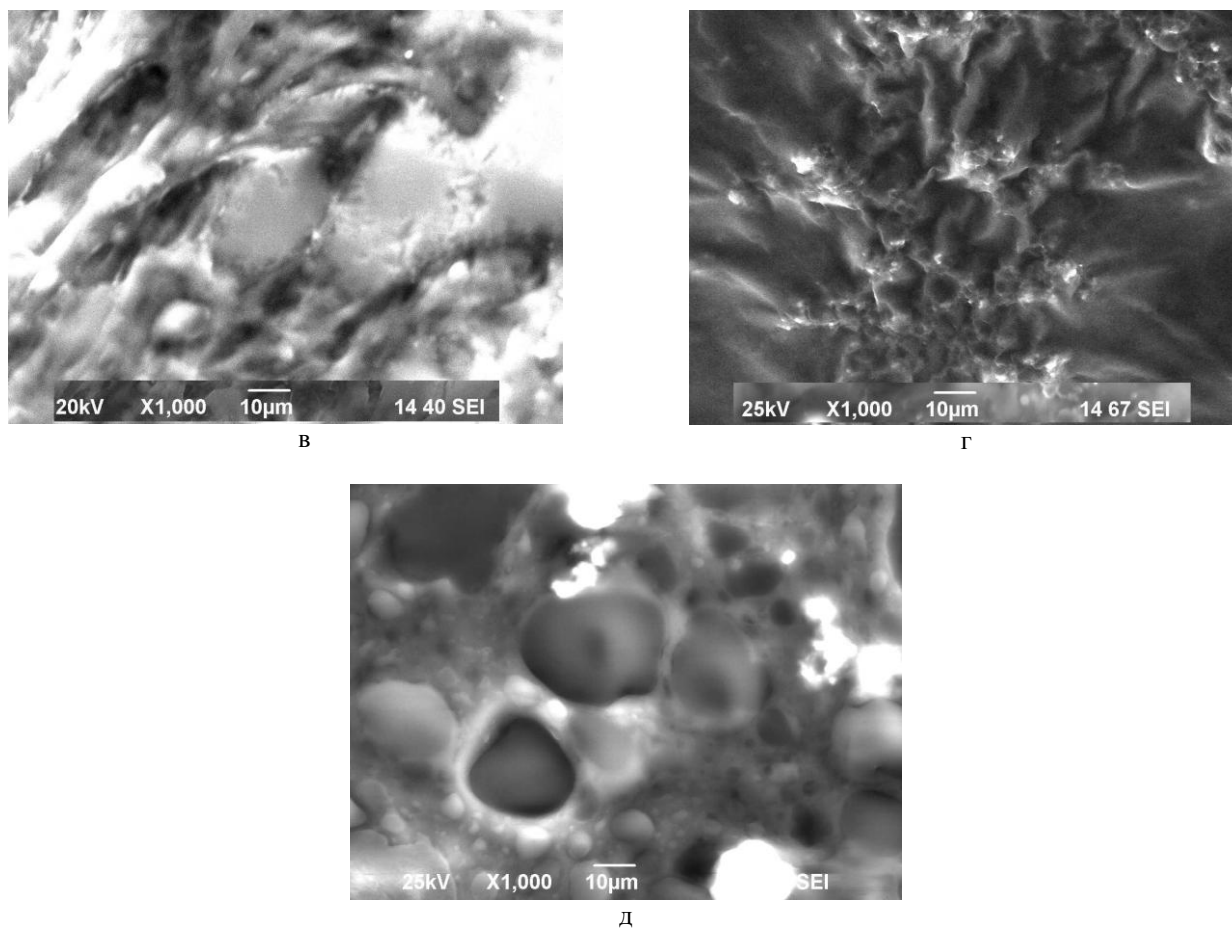


Рис. 3. Структура сыра в процессе созревания, отчищенного от плесени: а – 0 суток; б – 5 суток; в – 15 суток; г – 30 суток; д – 60 суток

В процессе созревания сыра размер микропустот увеличивается, а толщина белковых прослоек уменьшается, что связано с потерей влаги сыра в процессе созревания.

Биохимическое изменение белков лежит в основе созревания сыров. Под влиянием сычужного фермента и ферментов молочнокислых бактерий белки сырной массы распадаются с образованием многочисленных азотистых соединений. Сычужный фермент дает первичный распад параказеина на белковоподобные вещества, дальнейшее их изменение осуществляют ферменты молочнокислых бактерий. Главным источником протеолитических ферментов, а следовательно и основным фактором созревания сыра, являются молочнокислые бактерии. При совместном действии на белки сыра сычужного фермента и бактериальных ферментов эффективность каждого из них усиливается [4, 5].

Параказеин постепенно распадается на белковые вещества, растворимые в воде, и высокомолекулярные пептиды, затем на средне- и низкомолекулярные полипептиды и пептиды, три- и дипептиды и на аминокислоты. Одновременно идет отщепление аминокислот, три- и дипептидов от полипептидов.

Следовательно, ферментативный распад параказеина сопровождается образованием растворимых в воде азотистых соединений, количество которых непрерывно увеличивается. К ним относятся растворимые в воде белковые вещества и небелковые

соединения – смесь пептидов с различной молекулярной массой, аминокислоты, аммиак и др.

В табл. 1 приведен элементный состав сыров с голубой плесенью в возрасте 15 и 60 суток. В процессе созревания сыра происходит уменьшение содержания углерода с 94,75 до 67,04 %. Увеличивается содержание кислорода с 5,51 до 8,25 %; натрия с 0,41 до 2,45 %; фосфора с 0,52 до 3,89 %; серы с 0,37 до 2,45 %; хлора с 0,32 до 15,73 %; калия с 0,11 до 0,18 %. Общее количество минеральных веществ в процессе созревания сыра изменяется в результате выделения солей с сывороткой при посолке и выщелачивании во время мойки сыра. Вследствие образования кислот (молочной, уксусной и др.) может изменяться состав солей.

Таблица 1

Элементный состав сыров с голубой плесенью

Элемент	Продолжительность созревания, суток	
	15	60
Углерод	94,75	67,04
Кислород	5,51	8,25
Натрий	0,41	2,45
Фосфор	0,52	3,89
Сера	0,37	2,45
Хлор	0,32	15,73
Калий	0,11	0,18

В процессе созревания сыра вследствие биохимических реакций выделяются газы: углекислый газ, водород, аммиак и др. Частично газы выделяются наружу, частично задерживаются в сырной массе, образуя глазки.

Аммиак образуется при дезаминировании аминокислот. Часть его вступает в соединение с кислотами, часть накапливается, о чем свидетельствует запах аммиака в сырохранилищах.

Водород выделяется в процессе маслянокислого брожения молочной кислоты, а также в результате деятельности бактерий группы кишечных палочек. Он плохо растворяется в сырной массе, легко диффундирует через неплотные участки, поэтому не задерживается в сыре. Однако при энергичном маслянокислом брожении образуется большое количество водорода, что может привести к получению неправильного рисунка и вспучиванию сыра.

Углекислый газ по сравнению с другими газами выделяется в значительно больших количествах. Он образуется при сбраживании молочного сахара и солей молочной кислоты (лактатов) ароматизирующими молочнокислыми, пропионовокислыми, маслянокислыми бактериями, бактериями группы кишечных палочек, а также при декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот.

Углекислый газ сравнительно хорошо растворяется в сырной массе, однако его образуется настолько много, что он создает пересыщенный раствор и при благоприятных условиях начинает выделяться. Газ скапливается в микропустотах сырной массы, постепенно расширяет их, превращая в глазки. При быстром выделении углекислого газа таких центров скопления газа будет очень много, тогда глазки образуются мелкие и в большом количестве. При медленном выделении углекислого газа глазки образуются крупные и в малом количестве.

Липолиз в голубых сырах – один из основных источников ароматических веществ или их предшественников. Основным источником липолитических энзимов в голубых сырах – *P. roqueforti*; природные липазы коровьего молока и лактококковых заквасок обладают низкой липолитической активностью.

Триглицериды молочного жира гидролизуются на моноглицериды и свободные жирные кислоты. Следствием гидролиза жира в молочных продуктах является выраженность вкуса и аромата, но только при условии накопления оптимальных количеств свободных жирных кислот.

Масштабы липолиза в плесневых сырах намного больше, чем в полутвердых: в полутвердых сырах с низкой температурой второго нагревания липолизу подвержено не более 2 % триглицеридов, в плесневых – 5–20 %. Степень гидролиза снижается в направлении от центра головки сыра. Это вызвано, очевидно, подавлением развития микроорганизмов на поверхности высокой концентрацией соли. В голубых сырах в большом количестве накапливаются масляная и среднемолекулярные летучие жирные кислоты – капроновая, каприловая, каприновая и валериановая, которые придают им острый, перечно-пикантный вкус с легким привкусом горечи и специфический запах.

Таким образом, на основании проведенных исследований изучена микроструктура сыров с голубой плесенью. Исследована динамика развития голубой плесени в процессе созревания сыра. При увеличении в 1000 раз более четко выявляется структура плесени и ее расположение в сырной массе. Исследована структура сыра в процессе созревания, очищенного от голубой плесени. Исследован элементный состав сыров с голубой плесенью в возрасте 15 и 60 суток.

Список литературы

1. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.
2. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
3. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмова, З.В. Волокитина, С.В. Карнычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2004. – 455 с.
4. Michelle, K. Microstructure and functionality of processed cheese: the role of milk fat / K. Michelle. – Raleigh, North Carolina: Food Science, 2008. – 88 p.
5. Fallico, V. Proteolysis and microstructure of piacentinu ennese cheese made using different farm technologies / V. Fallico, L. Tuminello, C. Pediliggieri, J. Horne, S. Carpino, G. Licitra // J. Dairy Sci. – 2006. – V. 89. – № 7. – P. 37–48.

ЗАО фирма «Калория»,
353720, Россия, Краснодарский край,
Каневский район, ст. Стародеревянковская,
ул. Украинская, 100.
Тел./факс: (861-64) 7-15-31
e-mail: sales@kalorya.ru

SUMMARY

T.N. Sadovaya

Investigation of Microstructure of Cheeses with Blue Mold

The microstructure of cheeses with a blue mold has been investigated. The dynamics of blue mold development in the process of cheese ripening is presented. The structure of cheese in the process of its ripening cleaned off from blue mold is presented.

Cheese, microstructure, blue mold, cheese ripening.

«Kaloriya» Firm
100 Ukrainskaya Str., st. Starodereviankovskaya,
Kanevskoy district, Krasnodar Region, Russia, 353720
Phone/Fax: 7 (86164) 7-15-31
e-mail: sales@kalorya.ru

