

УДК 637.664.037

Характеристика консистенции замороженных крупных сыров

Д-р техн. наук О.Н. БУЯНОВ, канд. техн. наук И.В. БУЯНОВА
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

Researches on preservation of quality of cheeses in the frozen kind in standard forms are lead. Influence of low temperatures on structural – mechanical properties of the Soviet and Russian cheeses is investigated with the purpose of preservation of initial structure. Level-by-level dynamics of change of hardness is revealed. It is established, that speed of freezing was reflected in change of a consistence in different sections of the head of cheese. To smaller changes the peripheral layer, while average and central be relative to the greater influence of action of low temperatures has undergone. The found law of change of hardness of the frozen cheeses confirms, that deep structurally – mechanical changes of cheese weight at storage do not occur. The data are confirmed with touch researches and estimations.

Долгие годы существовало мнение, что замерзание сыров вызывает глубокие изменения их консистенции и ухудшение вкуса, поэтому такой сыр направлялся на переработку. Исследования многих авторов [1, 2, 3, 4] показали, что понижение температуры до $-3\dots-5^{\circ}\text{C}$ благоприятно сказывается на хранении зрелых сыров. Однако мнения ученых, изучавших действие замораживания на качественные изменения сыров и холодильное хранение их в замороженном виде, часто расходились, приоритетной же осталась тенденция о возможности длительного хранения зрелых сыров в замороженном состоянии и удовлетворительном восстановлении их структуры после размораживания. В 40 – 50-х годах была сделана попытка отечественных ученых замораживать твердые сыры, но это не послужило основанием к разработке способов их сохранения.

В ряде зарубежных стран проводятся исследования по разработке технологии глубокого замораживания и холодильного хранения сыров, изготовленных из коровьего, козьего и овечьего молока.

В результате исследований быстрого замораживания и длительного хранения сыров в мелкокусковых формах, проведенных в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности, в конце 80-х – начале 90-х годов была разработана соответствующая технология и проведены промышленные испытания.

Однако в производственных условиях наиболее рациональным оказалось замораживание и хранение сыров в стандартных формах без порционирования. Орга-

низация процесса замораживания крупных сыров с точки зрения холодильной технологии – задача довольно сложная и требует тщательного изучения объектов на всех стадиях технологических операций.

При действии низких температур на сыры наряду с возможными изменениями физико-химических, микробиологических и биохимических показателей большой интерес представляет и характер изменения реологических свойств.

Консистенция сыра – важный органолептический показатель. Каждый тип сыра имеет определенную, присущую только ему консистенцию, которая обусловлена технологическим процессом производства и особенно условиями его созревания. Различная консистенция зрелых твердых сырчужных сыров объясняется влиянием содержащихся в них компонентов: воды, жира и продуктов распада белка. Все виды твердых сыров различаются по содержанию жира, ионов кальция, по активной кислотности, продолжительности и температуре созревания, все эти факторы формируют своюственную только данному виду сыра консистенцию. Консистенция сыров с высокими температурами второго нагревания существенно отличается от консистенции мелких сыров. Даже небольшие изменения в характере протеолиза могут оказывать влияние на консистенцию сыра.

В качестве объекта исследования были выбраны крупные зрелые твердые сырчужные сыры: с высокой температурой второго нагревания – блочный советский сыр (размер поперечного сечения 0,15 м) и с низкой темпе-

ратурой второго нагревания – российский (низкий цилиндр высотой 0,17 м), выработанные по традиционной технологии на заводах Алтайского края. Предварительно оценивали органолептические показатели и отбирали сыры только хорошего качества, имеющие высокую балльную оценку, – 94 балла, в том числе за вкус и запах – 41 балл (советский сыр) и 40 баллов (российский), за консистенцию – 23 балла (советский) и 24 балла (российский).

Сыры замораживали до конечной температуры в центре -20°C с использованием плиточного морозильного аппарата при температуре плит $-43 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и хранили при $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 12 мес. Контролем служили те же сыры, которые без замораживания хранили при температуре -3°C .

При замораживании блоков сыра с большим объемом поперечного сечения ($0,15 - 0,17$ м) линейная скорость процесса кристаллизации влаги существенно отличается от средней. Поэтому, учитывая особенности теплофизики процесса, важно проследить динамику изменения показателей качества в различных сечениях головок сыра: периферийном, среднем и центральном. Причем центральным сечением считается геометрический или термический центр объекта исследований.

Реологические характеристики определяли для объективного измерения консистенции сыров после низкотемпературного хранения. Сыр можно считать вязкопластичным упругим телом, и после воздействия на него нагрузки возможны различные виды деформации.

Структурные характеристики измеряли с помощью пенетрометра АР-4-1 конусным индентером. Показатель пенетрационной твердости является обобщенной реологической величиной, которая хорошо коррелирует с органолептической оценкой консистенции. По показателю пенетрации вычисляли пенетрационную твердость сыров по формуле Ребиндера-Симоненко для конусного пластометра.

Результаты реологических исследований, представленные в табл. 1 и 2, свидетельствуют о том, что после размораживания более эластичную и мягкую консистенцию имел периферийный слой блока сыра, в котором скорость замораживания была больше, чем в остальных.

За время низкотемпературного хранения в течение 12 мес показатель пенетрации в периферийном слое российского сыра снизился с 91 до 76 ед., в советском – с

Таблица 1
Показатель пенетрации (ед.) замороженных сыров во время хранения при температуре -20°C

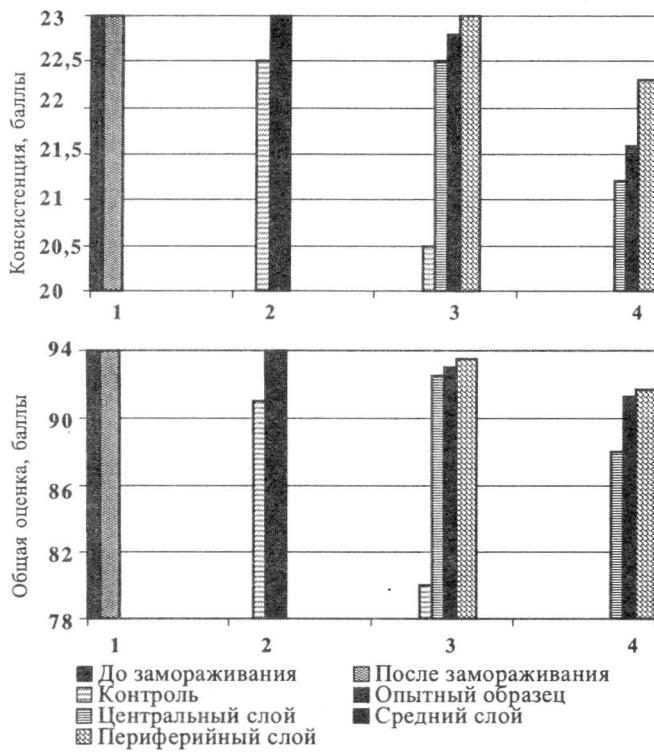
Место отбора проб по слоям	Экспериментальный сыр						Контроль	
	Сроки хранения, мес							
	0	5	8	12	5	8		
Российский сыр ($\Pi_{\text{ нач}} = 91$ ед.)								
Периферийный	91,0	90,8	87,1	76,0	79,7	70,9		
Средний	93,4	93,4	89,7	78,2	77,9	68,2		
Центральный	96,5	96,1	91,8	80,7	75,0	65,8		
Советский сыр ($\Pi_{\text{ нач}} = 72$ ед.)								
Периферийный	72,0	71,4	70,1	66,0	74,6	63,8		
Средний	74,2	74,0	72,2	68,2	71,7	60,2		
Центральный	77,0	76,5	74,3	70,7	67,9	56,8		

Таблица 2
Пенетрационная твердость (кПа) замороженных сыров во время хранения при температуре -20°C

Место отбора проб по слоям	Экспериментальный сыр						Контроль	
	Сроки хранения, мес							
	0	5	8	12	5	8		
Российский сыр ($\theta_{\text{ нач}} = 36,5$ кПа)								
Периферийный	36,5	37,2	42,1	47,0	56,4	73,5		
Средний	37,5	38,3	43,4	48,4	55,2	70,7		
Центральный	38,7	39,4	44,4	49,9	53,1	68,2		
Советский сыр ($\theta_{\text{ нач}} = 50$ кПа)								
Периферийный	50,0	50,7	55,6	60,0	67,2	87,3		
Средний	50,8	51,6	56,7	62,6	65,1	83,5		
Центральный	52,2	52,9	57,9	66,3	62,4	80,0		

72 до 66 ед. Различия в скорости замораживания по слоям, а следовательно, и по доле вымороженной влаги находят отражение в оценке консистенции. Показатель пенетрации был выше в средних и центральных слоях по сравнению с периферийным. В средних слоях российского сыра он снизился с 93,4 до 78,2 ед., в центральных – с 96,5 до 80,7 ед. В то же время в сырах, хранившихся в контрольных условиях (в незамороженном виде), показатель пенетрации в процессе хранения имел значения, обратные установленным в замороженных сырах.

Пенетрационная твердость по окончании срока хранения замороженных образцов российского сыра в периферийном слое увеличилась на 28,8 %; в среднем – на 32,6; в центральном – на 36,7 %, для советского сыра –



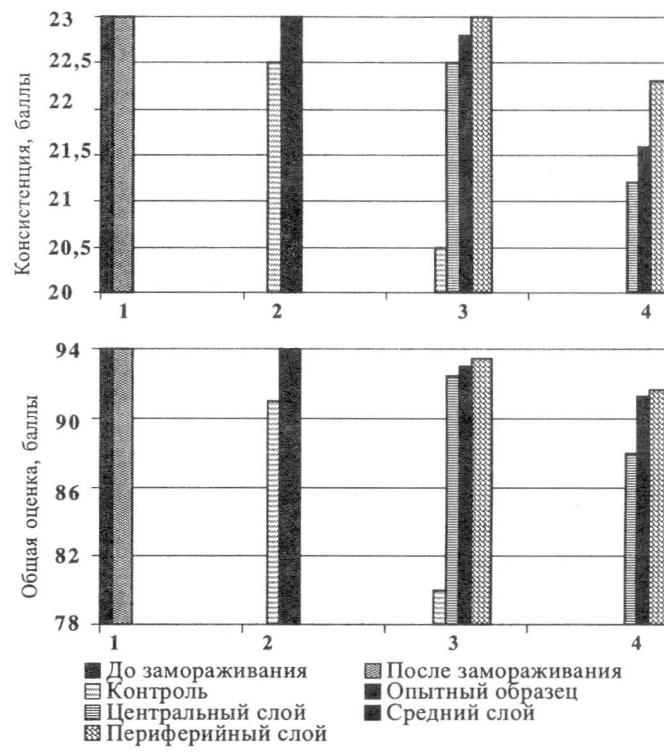
*Рис. 1. Органолептическая оценка советского сыра:
1 – до и после замораживания; 2 – через 5 мес; 3 – через
8 мес; 4 – через 12 мес хранения*

соответственно на 20; 23,3 и 27 %. Отличия по твердости между центральными и средними слоями головки сыра совсем небольшие и составляют в российском сыре 6 %, а в советском – 10 %.

Безусловно, в результате хранения при субкриоскопических температурах в течение длительного времени происходят потери поверхностной влаги и увеличивается пенетрационная твердость. В связи с этим консистенция контрольных сыров была твердой и к концу хранения пенетрационная твердость российского сыра увеличилась в периферийном слое на 86,8 %, среднем – на 93,4 % и в центральном – на 101,4 % по сравнению с исходными значениями; советского сыра – соответственно на 60; 66,9 и 74,6 %.

Таким образом, пенетрационная твердость замороженных в блоках и головках сыров изменяется незначительно и глубоких структурно-механических изменений сырной массы при хранении не происходит.

Результаты органолептической оценки качества сыров после холодильной обработки и хранения, представленные на рис. 1 и 2, указывают на зависимость органолептических показателей от двух факторов: сроков хранения и места отбора проб по слоям (периферийный, средний и центральный). В тех слоях, где ли-



*Рис. 2. Органолептическая оценка российского сыра:
1 – до и после замораживания; 2 – через 5 мес; 3 – через
8 мес; 4 – через 12 мес хранения*

нейная скорость замораживания оказывается больше, первоначальные качества продукта сохраняются намного лучше.

Анализ дегустационных оценок экспериментальных сыров показывает, что качество их к моменту окончания хранения снизилось незначительно, органолептическая оценка сыров мало отличалась от исходной.

Так, по окончании срока хранения при -20°C общая оценка пробы сыра, взятой из центрального, среднего и периферийного слоев, снизилась в среднем соответственно на 5,2; 3,3 и 2,4 балла, в том числе за вкус и запах – на 2,5; 2 и 1,3 балла. Необходимо отметить высокую корреляционную зависимость ($r = 0,8$) между органолептической оценкой консистенции и показателем пенетрационной твердости. Это объясняется тем, что вкусовые достоинства сыров определяются составом и свойствами содержащихся компонентов, их доступностью действию ферментов, количественным содержанием липидных компонентов, особенно свободных жирных кислот. Поэтому нарушение благоприятных пропорций ароматических веществ, а также содержания специфических для данного вида сыра аминокислот и накопление нежелательных низкомолекулярных жирных кислот являются причиной снижения оценки за

вкус и запах в тех контрольных и опытных образцах, где оставались соответствующие условия для протекания биохимических реакций.

Примером тому служит снижение оценки по всем органолептическим показателям в контрольных сырах по сравнению с опытными. В конце хранения общая оценка советского сыра снизилась на 10 баллов, в том числе за вкус и запах – на 4,5 балла. Для российского сыра снижение общей оценки составило 12,7 балла, в том числе за вкус и запах – 5 баллов.

Повышение содержания продуктов распада белка и жира при хранении незамороженных сыров привело к снижению их органолептической оценки, которое обусловлено появлением горького, затхлого, салистого вкуса и твердой, грубой консистенции, плесени в подкорковом слое. К концу хранения, через 240 сут, явно отмечалось снижение натуральных свойств контрольных сыров. В соответствии с разработанной шкалой сортности их отнесли к первому сорту, поскольку качество советского сыра оценили в 84 балла, а российского – в 81 балл.

Контрольные сыры не выдержали дальнейшего хра-

нения при температуре -3°C без порчи естественных характеристик.

Блоки и головки сыров в замороженном состоянии хранили в течение 360 сут с минимальными изменениями качества. Экспериментальные образцы после окончания сроков хранения отнесены к высшему сорту. Качество их после резервирования гарантировано независимо от времени года, и в любой момент потребитель может получить полноценный продукт.

Список литературы

1. Кучеренко С.В., Захарова Н.П., Лепилкина О.В., Соколова Н.Ю. Замораживание, хранение и дефростация сырчужных сыров // Сыроделие и маслоделие. 2002. № 6.
2. Николаев А.М., Сахаров С.Д. Изменение качества костромского и голландского сыра улучшенной консистенции при длительном хранении на холодильниках// Молочная промышленность. 1971. № 4.
3. Остроумов Л.А., Габриелян Н.Н. Оптимизация режимов хранения крупных сыров // Тезисы докладов ВНПК.– Ленинград, 1986.
4. Фильчакова Н.Н., Панкова Р.И. Изменение структурно-механических свойств молочно-белковых продуктов при замораживании/ XXI Международный конгресс. Краткие сообщения, – М., 1982. Т.1, книга 2.