

*Л.Л. Богданова, к.т.н., А.А. Подрябинкина, Е.В. Ефимова, к.т.н.  
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫРА

*L. Bahdanava, A. Podryabinkina, E. Efimova  
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## STUDY OF THE INFLUENCE OF THE QUANTITATIVE CONTENT OF SALT ON PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF CHEESE

*e-mail: bogdanova\_ll@tut.by, alina.podryabinkina@mail.ru, overie@mail.ru*

*В статье представлены результаты исследований по определению массовой доли поваренной соли в сырах.*

*The article presents the results of studies to determine the content of salt in cheeses.*

**Ключевые слова:** содержание соли в водной фазе сыра; массовая доля влаги; степень зрелости сыра; вкус.

**Keywords:** salt content in the aqueous phase of the cheese; content of moisture; degree of cheese maturity; taste.

**Введение.** Сыр является высококалорийным и биологически полноценным пищевым продуктом. Пищевая ценность его обусловлена высокой концентрацией молочного белка и жира, биологическая - наличием необходимых человеческому организму свободных аминокислот, минеральных солей, различных микроэлементов и витаминов.

Различные марки сыра присутствуют во всех ценовых сегментах. Сыр удовлетворяет самые различные вкусы, подходит для всех возрастных групп, является одновременно продуктом и повседневным и предназначенным для праздничного стола. В силу этих особенностей сыр можно считать индикатором изменений в экономике и благосостояния населения.

Соль в сыре выполняет две основные функции: она действует как консервант и оказывает непосредственное влияние на качество и вкус сыра. Влияние соли на вкус до конца не изучено. Исследователи предполагают, что она либо усиливает, либо подавляет восприятие других вкусов. Например, при низких концентрациях соль снижает восприятие горечи, но увеличивает восприятие сладости, кислоты или умами, а при высоких концентрациях подавляет сладость и усиливает вкус умами [1,2]. Вкус сыра, не содержащего соли, является невыраженным. Влияние NaCl на вкус сыра заключается в регулирующем воздействии на ферментную активность, и, как следствие, на интенсивность протекания метаболических превращений лактозы, молочного жира, белков, цитратов и иных компонентов молока и образование вкусоароматических компонентов, таких как пептиды, свободные аминокислоты, свободные жирные кислоты, метилкетоны и т.п.

Помимо того, наличие поваренной соли в сыре влечет за собой ряд важных эффектов. Соль, наряду со значением рН и содержанием кальция, оказывает значительное воздействие на степень гидратации параказеина или его агрегации, что влияет на способность казеинового матрикса к связыванию влаги и его способность к синерезису, реологические характеристики, текстуру и кулинарные свойства [3,4].

Из вышеизложенного следует, что поваренная соль и, соответственно, содержащийся в ней натрий является важным компонентом в рационе питания человека, однако избыточное его потребление оказывает нежелательные физиологические эффекты, самыми значительными из которых являются повышение кровяного давления и усиленное выведение кальция из организма (что является одной из причин возникновения остеопорозов). Соответственно, актуальным является максимально возможное исключение поваренной соли из повседневного рациона посредством снижения ее содержания в продуктах питания.

**Цель данных исследований** – исследование технологических особенностей изготовления полутвердых сыров с пониженным содержанием солей натрия

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись: сыры с пониженным содержанием солей натрия.

Выработки и исследование контрольных и экспериментальных образцов сыра проводились в лаборатории технологий сыроделия и маслоделия и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности».

Определение физико-химических показателей проводили с использованием стандартных методов исследования.

**Результаты и их обсуждение.** Целью технологического этапа посолки является не только придание сыру определенного вкуса, но и регулирование микробиологических, ферментативных и физико-химических процессов. Посолка сыра в значительной степени влияет на интенсивность и направленность созревания и, соответственно, качество сыра.

Содержание соли в водной фазе сыра оказывает значимый эффект на органолептические (сенсорные) характеристики. В то время как гидролиз  $\alpha$ 1- казеина, обусловленный химозином, возрастает с повышением содержания соли, при массовой доле соли в водной фазе сыра выше 5% гидролиз  $\beta$ - казеина задерживается, снижая вероятность появления горького привкуса, однако может способствовать развитию других пороков [5,6].

Абсорбция соли сыром зависит от свойств рассола и сыра, в частности, от массовой доли влаги в сыре после прессования, концентрации поваренной соли в рассоле, формы и размеров головки, времени выдержки в рассоле, температуры рассола.

В лаборатории технологий сыроделия и маслоделия РУП «Институт мясо-молочной промышленности» проведена серия экспериментальных выработок сыров с различным количественным содержанием поваренной соли. В ходе выработок варьировали время посолки сыра. Далее с использованием стандартных методов анализировали количественное содержание поваренной соли и катионов натрия, а также физико-химические показатели сыра. Этапы и параметры технологического процесса изготовления сыров представлены в таблице 1.

Посолку осуществляли в рассоле с концентрацией соли 18%, при температуре  $(10 \pm 2)^\circ\text{C}$  с интервалом в 1 час (контрольные точки: 2,3,4 и 5 часов). Для каждого образца проведена серия последовательных анализов по определению послойного содержания поваренной соли на определенных этапах созревания: 7, 15 и 30 суток.

Таблица 1 – Этапы и параметры технологического процесса изготовления сыров

Этапы и параметры	Экспериментальные варки			
	1	2	3	4
Молочная смесь: количество, кг	33,20	32,40	32,25	33,15
жирность, %	2,2	2,2	2,2	2,2
активная кислотность, ед. рН	6,43	6,46	6,50	6,48
плотность, кг/м <sup>3</sup>	1027,5	1028	1028,5	1028
Температура пастеризации, °С	72±1			
Температура охлаждения и заквашивания, °С	32,5	33,0	32,9	33,5
Продолжительность активизации, мин	30	30	30	30
Кислотность перед свертыванием, ед. рН	6,36	6,38	6,42	6,39
Молокосвертывающий препарат	Clerici			
Продолжительность свертывания, мин	30	30	31	30
Продолжительность разрезки сгустка и постановки зерна, мин	10-15	10-15	10-15	10-15
Вымешивание, мин	10	10	10	10
Кислотность сыворотки первой откатки, ед. рН	6,16	6,17	6,31	6,29
Плотность сыворотки первой откатки, кг/м <sup>3</sup>	1022	1022,5	1023	1023
Добавление пастеризованной воды (65 °С), % от количества смеси	15	15	15	15
Температура второго нагревания, °С	41	39	40	41
Обсушка, мин	30	30	30	30
Плотность сыворотки второй откатки, кг/м <sup>3</sup>	1015	1015,5	1016	1016
Кислотность сыворотки в конце обработки, ед. рН	6,11	6,12	6,24	6,20
Продолжительность формования, мин	5	5	5	5
Кислотность сыра в начале самопрессования, ед. рН	5,85	5,82	5,92	5,89
Продолжительность самопрессования, ч	15	15	15	15
Кислотность сыра в конце самопрессования, ед. рН	5,63	5,64	5,73	5,69
Продолжительность посолки, ч	2	3	4	5

Источник данных: собственная разработка.

Отбор проб из сырных головок на этапе созревания проводился по ISO 707:2008. Каждый столбик пробы разрезали на пять секторов, четыре из них примерно одинаковых по массе. Пять секторов соответствовали трем зонам сыра:

- зона №1 – внутренняя срединная зона сырной головки – 1 сектор (1)
- зона №2 – между поверхностным и внутренним слоями сыра – 2 сектора (2 и 2’),
- зона №3 – периферийный поверхностный слой сыра – 3 сектора (3’ и 3’’), (рисунок 1).

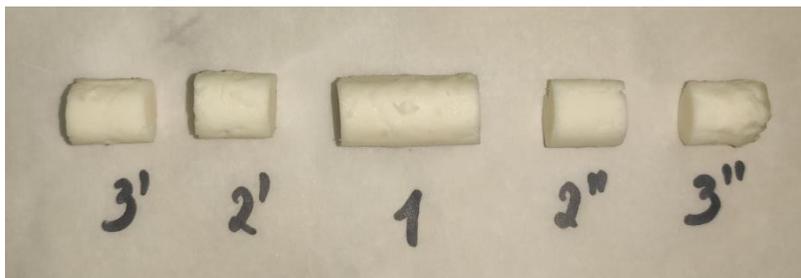


Рисунок 2 – Деление столбика пробы сыра на пять секторов, соответствующих трём зонам

Источник данных: собственная разработка.

Определение массовой доли поваренной соли проводили по ГОСТ 3627 титрованием фильтрата сыра раствором азотнокислого серебра в присутствии индикатора при постоянном перемешивании до появления слабого кирпично-красного окрашивания, не исчезающего при перемешивании и измельчении палочкой крупных частиц осадка.

Данные результатов анализов спустя 7 суток созревания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Послойное содержание соли в сырах на 7 сутки созревания

Время посолки, ч	Массовая доля поваренной соли в сыре послойно, %		
	1	2	3
2	0,990	1,398	1,599
3	1,176	1,254	1,843
4	1,120	1,425	1,986
5	1,392	1,644	1,965

Источник данных: собственная разработка.

Из таблицы 2 видно, что в третьей зоне (на поверхности головки сыра) содержание соли равно 1,60%, 1,84%, 1,99% и 1,97% для 2, 3, 4 и 5 часов соответственно. В средней зоне содержание соли составляло от 1,40% до 1,64%, в центральной зоне от 0,99% до 1,40%. Также было отмечено, что разница между массовыми долями поваренной соли поверхностного и центрального слоя для 2,3,4 и 5 часов соответственно равна 0,61%, 0,68%, 0,87% и 0,57%.

На рисунке 2 показано изменение содержания соли в изучаемых зонах сыра в процессе созревания.

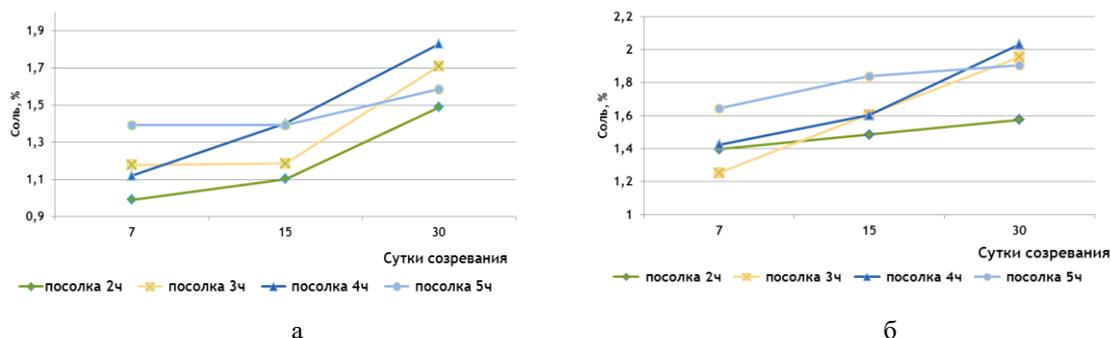


Рисунок 2 – Диффузия соли в сырах при созревании  
а – центральный слой сыра; б – внутренний срединный слой сыра  
Источник данных: собственная разработка.

Из рисунков видно, что содержание соли в представленных зонах возрастает с увеличением продолжительности созревания сыров.

Проведен анализ средней массовой доли поваренной соли в сырных головках в зависимости от продолжительности созревания, данные представлены на рисунке 3.

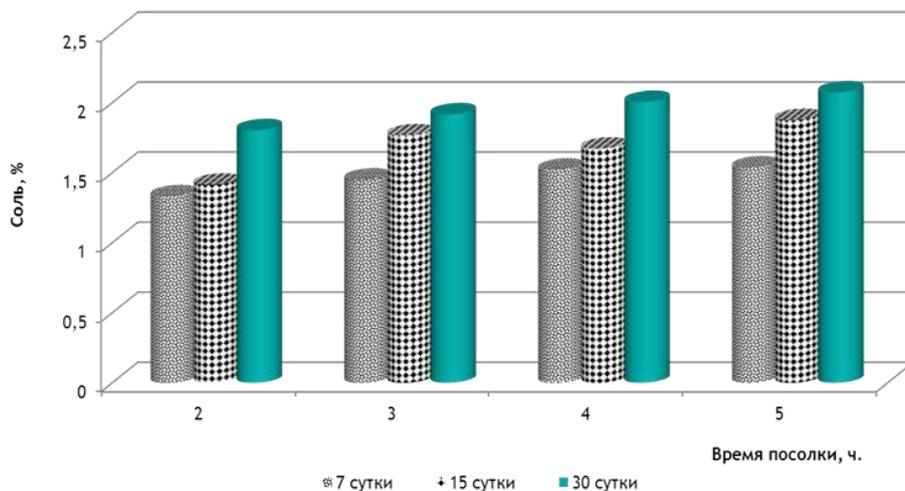


Рисунок 3 – Массовая доля поваренной соли в зависимости от продолжительности созревания

Источник данных: собственная разработка.

Из рисунка следует, что массовая доля поваренной соли увеличивается при созревании для всех экспериментальных образцов, это можно объяснить диффузией соли. Низкая скорость диффузии соли, а также ее разрозненность, в сыре на начальных этапах обусловлена необходимостью преодоления многочисленных сопротивлений в виде жировых шариков, узких пор казеиновой матрицы и т.д., однако в процессе созревания данные препятствия со временем нивелируются, что способствует более равномерному распределению соли по всему объёму сырной головки [7, 8].

Соль в головке сыра находится в водной фазе, поэтому представляло интерес сделать пересчет массовой доли поваренной соли для сыров, которые созревали 30 суток, также параллельно определяли такие физико-химические показатели, как содержание катионов натрия, массовую долю влаги и степень зрелости в данных сырах. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели

Время посолки, ч	Массовая доля поваренной соли, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля поваренной соли в водной фазе, %	Массовая доля Na, мг/кг	Степень зрелости, градусы Шиловича
2	1,803	43,80	4,12	1032,410	75
3	1,916	43,60	4,39	1326,240	70
4	2,004	43,20	4,64	1365,306	60
5	2,073	42,50	4,88	1440,695	60

Источник данных: собственная разработка.

В результате анализа влияния количественного содержания поваренной соли и катионов натрия на физико-химические показатели сыра установлено, что имеется линейная зависимость содержания катионов натрия от массовой доли поваренной соли

в сыре и в его водной фазе (коэффициент детерминации равен 0,86). Данные представлены на рисунке 4.

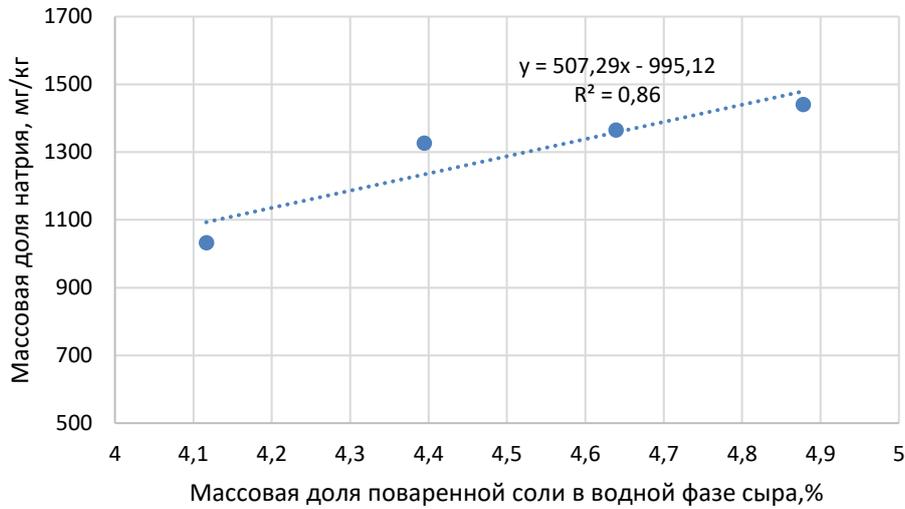


Рисунок 4 – Зависимость содержания катионов натрия от массовой доли поваренной соли в водной фазе сыра  
Источник данных: собственная разработка.

Стоит отметить, что при более длительной посолке уменьшается массовая доля влаги (в среднем от 0,20% до 0,70% за один час посолки), а также возрастает массовая доля поваренной соли в водной фазе сыра – от 0,24% до 0,27% за один час посолки (Рисунок 5).

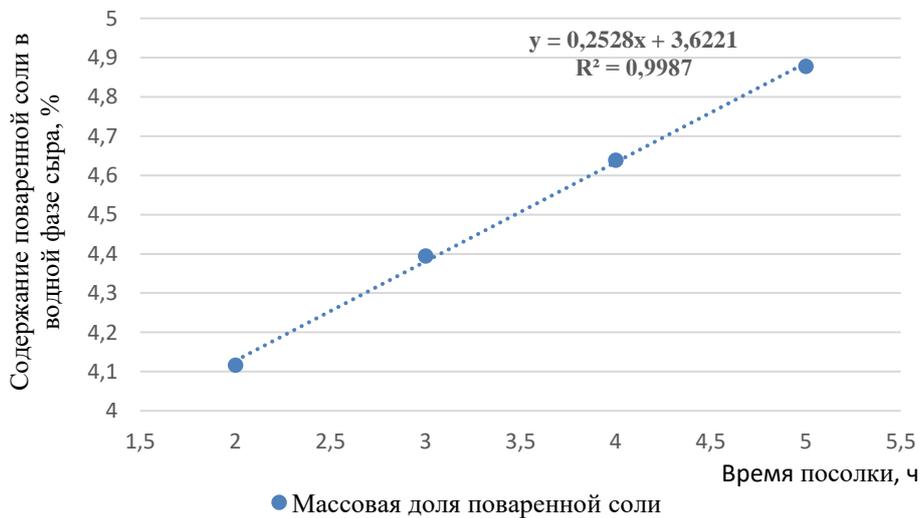


Рисунок 5 – Зависимость содержания поваренной соли в водной фазе сыра от времени посолки.  
Источник данных: собственная разработка.

Проанализировав степень зрелости сыров, выявили, что она выше в сырах, содержащих меньшее количество соли, что вероятнее всего объясняется большей интенсивностью развития микроорганизмов. Установлено, что при содержании поваренной соли в водной фазе сыра более 4,4% – 4,5% степень зрелости сыров спустя

30 суток созревания на 10 – 15 градусов Шиловича меньше, чем в аналогичных сырах с массовой долей поваренной соли водной фазе сыра 4,1%–4,4%.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что при созревании массовая доля поваренной соли в сырах увеличивается. Установлено, что при увеличении времени посолки сыра массовая доля влаги для исследованных сыров уменьшалась от 0,20% до 0,70% за один час посолки, массовая доля поваренной соли в водной фазе сыра увеличивалась от 0,24% до 0,27% за один час посолки. При содержании поваренной соли в водной фазе сыра свыше 4,4%–4,5% степень зрелости сыров спустя 30 суток созревания на 10 – 15 градусов Шиловича меньше, чем в аналогичных сырах с массовой долей поваренной соли водной фазе сыра 4,1%–4,4%.

### Список использованных источников

1. Гудков, А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. – Москва, 2004. – С. 523 – 543.
2. Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб. Профессия, 2005. – 464 с.
3. Гуськова В.Г., Сизова Л.С. Определение поваренной соли в сыре.// Новые технологии и продукты: Сборник научных трудов. КемТИПП. Кемерово. 1998,- с. 62.
4. Майоров А.А., Мироненко И.М., Уманский М.С. Совершенствование способа посолки сыра // Научно-технический прогресс в молочной промышленности: Тезисы докладов НТК. – Омск, 1987. – с. 66– 67.
5. Свириденко, Ю. Я. Проблемы маслоделия и сыроделия / Ю. Я. Свириденко. – М.: Легкая пищевая промышленность, 2001. – 12 с.
6. Creating an enabling environment for population-based salt reduction strategies / Report of a joint technical meeting held by WHO and the Food Standards Agency. – United Kingdom. [Электронный ресурс].– 2020. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/> – Дата доступа: 23.02.2021.
7. Гудков А.В., Федин Ф.А. Физико-химические изменения, происходящие в водной фазе сыра в результате посолки и влияние их на микрофлору продукта // Современные достижения в производстве масла и белковых продуктов: Тез.докл. 11-й науч.-техн.конф.- Каунас, 1973. – с. 261 – 263.
8. Раманаускас, Р.И. Роль поваренной соли в формировании консистенции сыра // Труды Литовского филиала ВНИИМС, Вильнюс. – 1969. – вып.4. – с.131-142.
1. Gudkov, A.V. Cheese making: technological, biological and physico-chemical aspects. - Moscow, 2004. - p. 523 - 543.
2. Scott, R. Cheese production: scientific basis and technology / R. Scott, R.K. Robinson, R.A. Wilby. - St. Petersburg. Profession, 2005. - 464 p.
3. Guskova V.G., Sizova L.S. Determination of table salt in cheese.// New technologies and products: Collection of scientific papers. KemTIPP. Kemerovo. 1998, - p. 62.
4. Mayorov A.A., Mironenko I.M., Umansky M.S. Improving the method of salting cheese // Scientific and technical progress in the dairy industry: Abstracts of the NTC. - Omsk, 1987. - p. 66–67.
5. Sviridenko, Yu. Ya. Problems of butter and cheese making / Yu. Ya. Sviridenko. - M.: Light food industry, 2001. - 12 p.
7. Gudkov A.V., Fedin F.A. Physico-chemical changes occurring in the aqueous phase of cheese as a result of salting and their influence on the microflora of the product // Modern achievements in the production of butter and protein products: Abstracts of reports. 11th scientific and technical conference - Kaunas, 1973. - p. 261-263.
8. Ramanauskas, R.I. The role of table salt in the formation of cheese consistency // Proceedings of the Lithuanian branch of VNIIMS, Vilnius. - 1969. - issue 4. - pp. 131-142.