

*Л.С. Зеленина, Е.Е. Швырева, К.А. Сергеева\**

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭМУЛЬГИРУЮЩИХ СОЛЕЙ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ СЫЧУЖНЫХ СЫРОВ**

Плавленный сыр является продуктом, который получается при плавлении сычужного сыра под действием тепла и механической обработки во время добавления эмульгирующих солей-плавителей с последующим охлаждением. При выработке такого продукта на основе натуральных сыров, если его подвергать нагреванию без солей-плавителей, происходит синергетическое сжатие белковой матрицы, и из сыра выделяется вода и жир. Сыр расслаивается на воду, свободный жир и белковый осадок. Если такую массу перемешать и охладить, то получится грубая, слоистая, упругая сырная масса. Напротив, нагревание сыра с солями-плавителями приводит к увеличению растворимости белковой фракции, так как соли-плавители взаимодействуют со структурированным кальцием. В результате отщепления ионов кальция от параказеинаткальцийфосфатного комплекса образуются более мелкие мицеллы с полипептидными цепями массой примерно в 20 раз меньше, и короткими цепочками с сохранившимися кальциевыми мостиками. Образовавшиеся растворимые формы параказеината натрия хорошо эмульгируют жир, который в плавленом сыре значительно лучше стабилизирован и диспергирован, чем в натуральном сыре.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» О.В. Зюзиной.

В результате не происходит его «вытапливание» при нагревании и механическом воздействии.

Также соли-плавители, растворяясь в плазме сыра, адсорбируются белком, повышая его электрозаряженность и влагоудерживающие свойства, причем с увеличением валентности аниона степень гидратации возрастает. Таким образом, при плавлении образуется система, имеющая короткую протеиновую структуру, которая уже не похожа на длинную протеиновую структуру натурального сыра. Этот процесс называют «кремообразованием».

Высвободившиеся при деминерализации параказеинаткальций-фосфатного комплекса ионы кальция взаимодействуют с анионами солей-плавителей. Однако при плавлении не все ионы кальция заменяются на натрий, поэтому не все межмицеллярные связи разрываются, что придает определенную упругость сыру даже в горячем виде.

Основной задачей при производстве плавленых сыров является правильный подбор дозировок соли-плавителя, зависящий от рН сыра, подвергающегося плавлению, и рН конечного продукта. Важно при изготовлении массы – не допустить изменения величины рН готового продукта более чем на 0,1 единицы рН используемого сыра, чтобы сохранить консистенцию и запах плавленого сыра. Поэтому предел изменения рН – очень значимый показатель, характеризующий соль-плавитель. Интервал рН при изготовлении плавленого сыра лежит в пределах активной кислотности среды от 5,3 ед. рН до максимум 6,2 ед. рН, а в большинстве случаев даже в еще более узком диапазоне – 5,5...5,8 ед. рН [3].

В данной работе было выполнено сравнение подходов для расчета дозировки соли-плавителя при изготовлении плавленого сыра.

Расчет дозы фосфорнокислых солей, учитывающий содержание белка в смеси для плавления рекомендуется приводить с использованием формулы (1) Баркана [1]:

$$D = 0,195B \frac{1 - 2\gamma}{1 - \gamma}, \quad (1)$$

где  $B$  – содержание белка в смеси, %;  $\gamma$  – степень зрелости смеси, выраженная в долях.

В этой формуле под зрелостью сыра понимается степень распада белков при созревании, которая определяется по содержанию отдельных фракций азотистых соединений. Схема разделения азотосодержащих соединений сыра, разработанная во ВНИИМСе, основана на их разной чувствительности к денатурации при взаимодействии с химическими веществами (трихлоруксусная кислота, танин, этанол). К ее

недостатку можно отнести трудоемкость при значительных объемах и разнообразии сырья, что ограничивает возможность применения расчетной формулы (1) и ставит в зависимость управление качеством плавяных сыров от опыта технолога.

Также известен подход к расчету дозы соли-плавителя через уровень активной кислотности сырного сыра [2]:

$$pH_{\text{массы}} = pH_{\text{смеси}} + F C, \quad (2)$$

где  $pH_{\text{массы}}$  – уровень активной кислотности плавяной массы;  $pH_{\text{смеси}}$  – уровень активной кислотности сырья для плавления;  $C$  – доза соли-плавителя к весу сырной массы, %;  $F$  – коэффициент, зависящий от вида соли-плавителя и ее активной кислотности при плавлении молодого и зрелого сыра [1]. Затруднения в использовании формулы (2) возникают из-за отсутствия данных о величине коэффициента  $F$  для ряда солей-плавителей и необходимости предварительных плавок для адаптации к имеющейся сыровой базе.

Была выполнена серия модельных опытов плавления сыра «Российского» из партий с разной степенью зрелости от 20,9 до 29,3%, но с одинаковыми физико-химическими свойствами, и разными солями-плавителями, характеристика которых дана в табл. 1.

### 1. Некоторые свойства пищевых добавок для плавления

Добавка	Действующее вещество	pH 1%-го водного раствора	Рекомендуемая дозировка, % к массе продукта
«Милин 301» (E451, E450)	триполифосфат натрия, пирофосфат натрия	–	0,5...2,0
«Фонакон» марки Б (E451, E450 I-II, E 339 I-II)	триполифосфат натрия, пирофосфат натрия, дигидрофосфат натрия, динатрийгидрофосфат	8,3...8,7	1,5...1,7
«Solva HZC»	моно, полифосфаты и цитраты натрия	–	3,0
«Solva 62»		6,0...6,4	

В готовых образцах плавяной массы, изготовленной с указанными солями-плавителями, измерялась величина активной кислотности, которая колебалась в пределах от 5,35 до 5,8. Был проведен анализ

консистенции массы. По результатам лучшим для таких условий оказалась соль «Solva 62». Были выполнены расчеты по определению дозы плавителя по формулам (1) и (2). В таблице 2 представлены результаты расчетов и анализа массы.

## 2. Сравнительный расчет дозировки соли-плавителя «Solva 62»

Содержание белка в смеси, %	Степень зрелости в смеси, %	pH смеси	Д, % к массе смеси	С, % к массе смеси	Отличие дозировки, %
23,0	20,9	5,35	3,3	2,5	24,3
23,0	22	5,45	3,5	2,3	34,3
23,0	29,3	5,80	2,6	1,0	61,6

Так, если степень зрелости сыра отличается на 1%, то доза соли, рассчитанная по формуле (1), отличается на 0,2%, а при разнице в 7% по зрелости – на 0,9%. Количество соли, определенное по формулам (1) и (2), учитывающим их разные физико-химические свойства сырья дали существенные расхождения от 24,3% до 61,6%.

По результатам проведенных исследований установлено, что более точную дозировку соли можно установить, пользуясь формулой (1), но в производственных условиях используют формулу (2). При этом рекомендации от производителей солей-плавителей указывают на их расход в виде некоторого интервала предельных концентраций (табл. 2), предлагая специалистам устанавливать дозу соли-плавителя самостоятельно и уточнять ее в ходе технологического процесса или путем лабораторных плавок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркан, С.М. Плавленные сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 283 с.
2. Дозы солей-плавителей / Л.С. Зеленина, О.В. Зюзина, С.И. Дворецкий, Н.М. Страшнов // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 1. – С. 46 – 48.
3. Цветков, И.Л. Значение pH для плавленого сыра / И.Л. Цветков, А.А. Штанов // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 3. – С. 34–35.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*