

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ
И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КОМБИНИРОВАННЫХ МЯГКИХ СЫРОВ**

Т. Ч. Тултабаева, к.т.н., доцент,
У. Ч. Чоманов, д.т.н., проф., акад. НАН РК

АО «КазАгроИновация»
Казахский научно-исследовательский институт
перерабатывающей и пищевой промышленности

На основании исследования термодинамических характеристик компонентов построен гидратационный ряд продукта. Разработана схема смешивания составных компонентов комбинированных мягких сыров, что положительно отражается на структурно-механических характеристиках продукта.

Ключевые слова: комбинированные мягкие сыры, мягкие сыры, структурно-механические характеристики мягкого сыра.

— — —

Өнімдердің құрылымды-механикалық көрсеткіштеріне қалыпты әсер ететін, қоспалардың термодинамикалық көрсеткіштерін зерттей келе өнімнің гидратациялық реті және құрама жұмсақ сырдың қоспаларының қосу тізбегі жасалынды.

Түйінді сөздер: құрама жұмсақ сырлар, жұмсақ сырлар, жұмсақ сырдың құрылымды-механикалық сипаттамасы.

— — —

Based on the study of the thermodynamic characteristics of the components a variety of the product hydration was built, pattern of compounding of components of combined mixing soft cheese, which is positive impact on the structural and mechanical characteristics of the product.

Key words: Combination soft cheeses, soft cheeses, structural and mechanical properties of soft cheese.

Поведение влаги в пищевых продуктах влияет на основные их характеристики, а именно: структурно-механические, теплофизические, термодинамические, органолептические и т. п. Знание характера этих изменений позволяет прогнозировать и

управлять технологическими процессами производства пищевых продуктов.

Большинство продуктов питания содержат значительное количество влаги (20-95 %). Однако для пищевых продуктов большое значение имеет не только информация об общем количестве влаги, содержащейся в них, но и состояние их по формам и энергиям связи, так как оно отражает общую картину взаимодействия влаги с компонентами продуктов [1].

Вода является одной из четырех составляющих пищевых продуктов и определенным образом связана с имеющимися в них компонентами, образуя устойчивые структурированные системы. Формы и прочность связи воды со структурными элементами продуктов обуславливают их особенность более или менее прочно удерживать то или иное количество влаги. Количество связанной влаги и ее распределение по формам и прочности связей влияет на свойства пищевых продуктов, в том числе на их структурно-механические, органолептические, термодинамические, теплофизические и прочие характеристики [2].

Степень взаимодействия воды с химическими компонентами и влияние на консистенцию пищевого продукта определяются не столько содержанием влаги, сколько ее термодинамическим состоянием.

С введением в конце 50-х гг. В. И. Скоттом и Х. Салвиным понятия «активность воды» – a_w исследователи и специалисты пищевой промышленности прибегают к ней как к интегральной термодинамической характеристике. Под интегральной характеристикой понимаются технологические и потребительские свойства биологической системы в целом как совокупность явлений и эффектов, вызванных взаимодействием фаз «вода – сухой каркас продукта». То есть по показателю a_w можно определить степень влияния воды на физические свойства продукта: структурные, структурно-механические, способность к агломерации, а также контролировать ход протекания тепло- и массообменных процессов (сушка, хранение и т. д.). От уровня a_w зависит жизнедеятельность микроорганизмов, а также протекание в продуктах биохимических и физико-химических процессов [3].

В связи с этим была исследована динамика изменения активности воды в процессе хранения мягких комбинированных сыров для определения их срока хранения. Исследования проводились на приборе «Testo-400». Прибор для измерения активности воды состоит из герметизированной камеры, где имеется контейнер для наполнения продуктом. Крышка герметизированной камеры открывается с помощью рычага: контейнер наполняется продуктом наполовину. Затем наполненный контейнер вставляется в герметизированную камеру, камера закрывается с помощью рычага и подключается прибор «Testo-400». Время настройки прибора занимает 5 мин. до установления постоянной температуры внутри камеры. После установления постоянной температуры внутри камеры можно снять показания активности воды и температуры. Далее значения активности воды корректируются с помощью совмещенной I-d диаграммы, разработанной акад. У. Ч. Чомановым, и окончательные значения активности воды определяются для температуры 20 °С (рис. 1).

В соответствии с экспериментальными данными в процессе созревания показатель активности воды a_w не остается постоянным, а претерпевает определенные изменения. В исследуемых образцах и в контрольном образце отмечено снижение значения активности воды. Это объясняется тем, что большинство реакций биохимического порядка, протекающих в мягких сырах при хранении, заключается в реакциях гидролиза, при которых происходит фиксация воды. Вследствие этого снижается содержание свободной воды и соответственно уменьшается показатель a_w .

Одним из основных показателей качества готового продукта при разработке технологии комбинированных мягких сыров с ферментированными растительными добавками рекомендуется использовать влагоудерживающую способность (ВУС) (табл. 1).

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что выход, массовая доля влаги, ВУС комбинированных мягких сыров зависят от составных частей продукта. Мягкие сыры, выработанные из смеси коровьего и верблюжьего молока, коровьего, козьего и верблюжьего молока с применением ферменти-

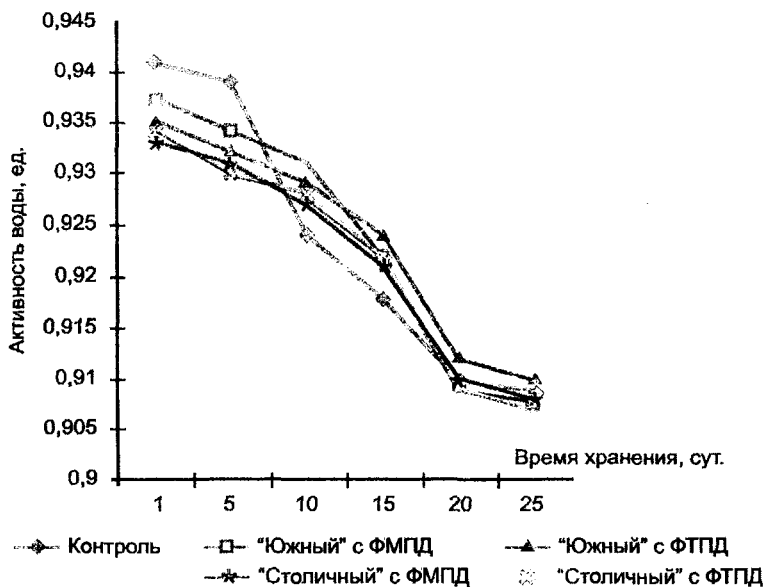


Рис. 1. Изменение активности воды в процессе созревания: ФМПД – ферментированная морковно-пшеничная добавка; ФТПД – ферментированная тыквенно-пшеничная добавка

Таблица 1

Влагоудерживающая способность мягких сыров

| Мягкий сыр | Массовая доля добавки, % | Выход готового продукта, % | Массовая доля влаги, % | ВУС, % к общей влаги |
|--------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Контроль | - | 100,0 | 58 | 61,0 |
| «Южный»: | | | | |
| с ФМПД | 15 | 108,0 | 56 | 62,48 |
| с ФТПД | 15 | 108,0 | 57 | 62,85 |
| «Столичный»: | | | | |
| с ФМПД | 15 | 110,0 | 54 | 63,72 |
| с ФТПД | 15 | 110,0 | 55 | 63,75 |

рованных растительных добавок, имеют более высокий выход по сравнению с контрольным мягким сыром.

Гидратация белков является важнейшим фактором устойчивости их растворов. Гидратация ионизированных групп белка обусловлена ориентацией дипольных молекул воды в электрическом поле иона, а гидратация полярных групп белка – ориентацией молекул воды в результате взаимодействия диполей и образования водородных связей. Рассматривая гидратацию, как неотъемлемую часть всех технологий пищевых производств, и изучая гидратационные свойства компонентов многокомпонентной системы и их влияние на основные физико-химические и технологические параметры, получаем возможность целенаправленно управлять процессом гидратации.

Процесс гидратации многокомпонентной биологической системы необходимо проводить с учетом знаний форм и энергии связи влаги, и оценки вклада каждого компонента в общую энергию связи влаги.

В разработанной проф. А. Ю. Камербаевым регрессионно-гидратационной технологии [4] изложены следующие основные принципы при конструировании поликомпонентных пищевых систем (ПКПС):

- необходим строгий контроль энергии связи влаги каждого компонента на требуемом гидратационном уровне;
- при гидратации необходимо смешивать компоненты с одинаковой энтальпией связывания влаги;
- в случае создания ПКПС процесс гидратации следует начинать с гидратации компонента, обладающего максимальной энтальпией связывания влаги, с последовательным добавлением к нему гидратированных компонентов в порядке уменьшения их энтальпий связывания влаги;
- при решении оптимизационных задач целесообразнее варьировать энтальпией связи влаги, начиная с компонента, обладающего минимальным ее значением.

В связи с этим определены физические и термодинамические характеристики компонентов, используемых при производстве комбинированных мягких сыров (табл. 2).

Таблица 2

**Основные характеристики компонентов
(из расчета на 100 кг молочно-растительной смеси)**

| Компонент | Влажность W, кг | Масса продукта $m \cdot 10^{-3}$, кг | Масса влаги $m_{вл}$, кг | Активность воды a_w , дол. ед. | Энергия связи влаги L, кДж/кг | Энтальпия связанной влаги $I_{св}$, кДж |
|------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--|
| Молоко коровье (Кр) | 88,22 | 60 | 5,293 | 0,995 | 0,68 | 3,599 |
| Молоко козье (Кз) | 87,11 | 15 | 1,307 | 0,994 | 0,68 | 0,888 |
| Молоко верблюжье (Вр) | 85,52 | 15 | 1,283 | 0,994 | 0,68 | 0,872 |
| Закваска (З) | 4 | 0,15 | 0,0006 | 0,33 | 78,51 | 0,047 |
| Пепсин (П) | 5 | 0,15 | 0,00075 | 0,33 | 76,57 | 0,057 |
| Хлористый кальций (Хк) | 95,4 | 0,4 | 0,038 | 0,988 | 1,63 | 0,061 |
| ФМПД | 68,9 | 10 | 0,689 | 0,988 | 1,5 | 1,033 |
| ФТПД | 68,3 | 10 | 0,683 | 0,984 | 1,5 | 1,024 |

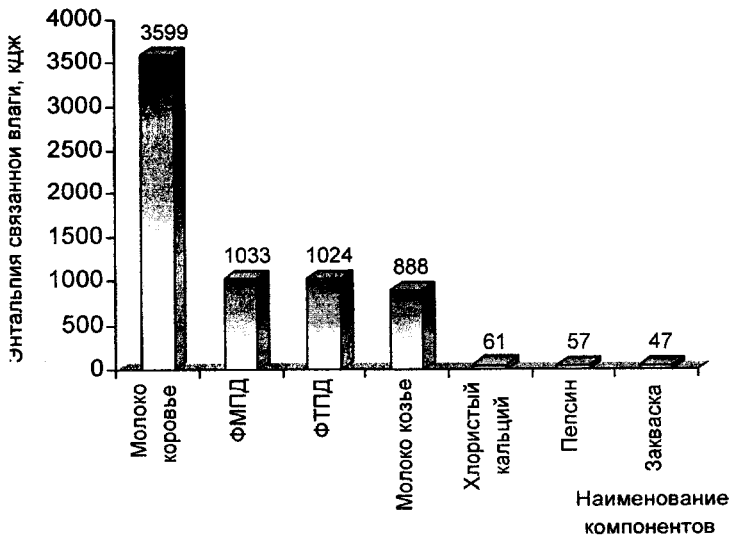


Рис. 2. Гидратационный ряд продукта

Исходя из полученных физических и термодинамических характеристик компонентов, построен гидратационный ряд продукта. Согласно регрессионно-гидратационной технологии (РТГ) при составлении поликомпонентной молочно-растительной смеси необходимо придерживаться следующего порядка: Кр+ФМПД (или ФТПД)+Кз+Вр+Хк+П+З.

Далее для подтверждения полученного порядка смешивания компонентов при производстве комбинированных мягких сыров проведены экспериментальные исследования. По классической технологии (КТ) ранее нами была принята следующая схема смешивания: Кр+Кз+Вр+З+П+Хк+растительная добавка.

В связи с этим исследовали предельное напряжение сдвига мягкого свежеработанного комбинированного сыра в зависимости от схемы смешивания (табл. 3).

На основании экспериментальных исследований установлено, что схема смешивания компонентов влияет на значение предельного напряжения сдвига. В опытных продуктах предельное напряжение сдвига изменяется, во-первых, в зависимости от используемого сырья (молочного и растительного), во-вторых, от технологии производства. В опытных образцах мягких комбинированных сыров при внесении ферментированных растительных добавок повышение предельного напряжения сдвига объясняется тем, что с растительными добавками вносятся пищевые волокна, которые обладают влагосвязывающими спо-

Таблица 3

Предельное напряжение сдвига свежеработанных комбинированных мягких сыров

| Мягкий комбинированный сыр | Предельное напряжение сдвига, Па | |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| | по классической технологии | по регрессионно-гидратационной технологии |
| Контроль | 307 | 310 |
| «Южный»: | | |
| с ФМПД | 311 | 340 |
| с ФТПД | 310 | 342 |
| «Столичный»: | | |
| с ФМПД | 331 | 354 |
| с ФТПД | 332 | 355 |

собностями, вследствие этого плотность мягких сыров повышается на 7,5 %.

При производстве мягких сыров согласно регрессионно-гидратационной технологии предельное напряжение сдвига повышается во всех опытных образцах. В мягких комбинированных сырах с ферментированными растительными добавками данный показатель повышается на 12,5 % по сравнению с контрольным.

Таким образом, продукты, выработанные по схеме смешивания в соответствии с регрессионно-гидратационной технологией, отличаются плотной структурой, что подтверждает теорию гидратации поликомпонентных пищевых продуктов.

Литература

1. Чоманов У. Ч., Рогов И. А. The theory of Psychrometer and water activity in foofsuff // Изв. НАН РК. - 2008. - № 3. - С. 58-60.

2. Тултабаева Т. Ч., Тултабаев М. Ч., Жуманова У. Т. Влияние добавки на «активность воды» в пищевых продуктах // Инженерная наука на рубеже XXI века: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. - Алматы, 2001. - С. 74.

3. Чоманов У. Ч., Рогов И. А., Камербаев А. Ю. Применение законов термодинамики для расчета активности воды // Тр. Всемир. конгр. науки и технологии мяса. - Куба, 1990. - С. 45-48.

4. Камербаев А. Ю. Роль воды в пищевых продуктах и ее функции. - Алматы, 2001. - 204 с.