

ИОРГАЧЕВА Е.Г., д-р техн. наук, профессор, ТОЛСТЫХ В.Ю., канд. техн. наук, доцент,  
КАПЕТУЛА С.М. ассистент

Одесская национальная академия пищевых технологий

СЕЛИВАНСКАЯ И.А., канд. техн. наук, с.н.с.

ГУ «Институт стоматологии АМНУ»

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЯЙЦЕПРОДУКТОВ В ТЕХНОЛОГИИ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В статье приведены результаты исследований влияния условий восстановления сухого альбумина на его функционально-технологические свойства. Проведена сравнительная оценка данных свойств сухих яйцепродуктов и альбумина сухого, на основании которой рекомендованы рациональные параметры восстановления альбумина сухого при замене им яичного порошка и сухого белка в рецептуре бисквитных полуфабрикатов для получения высококачественной пенной структуры и усовершенствования технологии выпеченных бисквитов.

**Ключевые слова:** бисквитный полуфабрикат, пенообразователь, яйцепродукты, альбумин сухой, яичный порошок, сухой яичный белок.

In the article results of researches of influence of terms of renewal of dry albumen are described on its functionally-technological properties. On the basis of comparative estimation of these properties of dry egg products the rational parameters of renewal of albumen are recommended with the replacement it to egg powder and dry albumen in recipe of biscuit ready-to-cook foods for the production of high-quality foamy structure and improvement of technology of the baked biscuits.

**Keywords:** biscuit ready-to-cook foods, foaming agent, egg products, dry albumen, egg powder, dry egg-white.

Наиболее перспективным для отечественных производителей сегментом рынка мучных кондитерских изделий считаются бисквиты, мини-бисквиты, рулеты, торты. Бисквитное тесто представляет собой пенообразную пищевую систему, для получения которой в качестве основного рецептурного компонента применяются яичные продукты – меланж, натуральные яйца либо белки и желтки. Яичный белок является основным пенообразователем при производстве бисквитов благодаря своим технологическим и функциональным свойствам, высокой пенообразующей способности.

Белки и их водные растворы обладают свойствами лиофильных коллоидов и при взбивании образуют с воздухом устойчивую пену, что обеспечивает необходимые структурные характеристики полуфабрикатов и готовых изделий. Протеины яичного белка имеют специфическую биохимическую или химическую активность, кроме того, они также характеризуются определенными технологическими свойствами. Протеин, содержащийся в наибольшем количестве в яичном белке – это овальбумин (табл. 1). Он способствует хорошей растворимости белка в воде. Известно, что белки, хорошо растворимые в водных средах, способны образовывать не только высококонцентрированные растворы, суспензии и гели, но и эффективно стабилизировать пены. В состав яичного белка входит овоглобулин, способный образовывать пены при сбивании и овомуцин, стабилизирующий их и придающий пенам определенную структуру [1].

Производители кондитерских изделий ввиду высокой цены на яичные продукты, опасности их микробиологической порчи при хранении, сложности в использовании (разморозка меланжа, подготовка яиц к производству – мойка, отделение от скорлупы, раз-

деление белка и желтка), стремятся сократить расходы или заменить данные яичные продукты на более дешевые и удобные в использовании и хранении аналоги. Это могут быть растительные белковые изоляты, побочные продукты переработки пищевых производств в различных физических состояниях (жидкие, пастообразные, сыпучие) или сухие яичные продукты [2, 3]. Нами было предложено в качестве такого аналога при производстве бисквитных полуфабрикатов использовать альбумин сухой (АС) – побочный продукт при получении лизомукоида из яичного белка [ТУ У 15.8-13903778-38:2006] [4], функциональная схема получения которого представлена на рис. 1.

Различные условия, способы и особенности получения, вид яичных продуктов (белок, желток) обуславливают отличие их технологических свойств (пенообразующей способности и стабильности пены), которые зависят от рН среды, концентрации белка, солей, температуры, присутствия липидов, сахарозы, строения белков и их фракционного состава. К наиболее

Таблица 1

Состав яичного белка

| Состав      | Среднее количество, %<br>в пересчете на СВ | Средняя изоэлектрическая точка (рН) |
|-------------|--|-------------------------------------|
| Овальбумин  | 69,7                                       | 4,8                                 |
| Кональбумин | 9,5  | 6,0                                 |
| Овомукоид   | 12,7                                       | 4,3                                 |
| Овоглобулин | 6,7  | 5,5-7,5                             |
| Овомуцин    | 1,9  | -                                   |
| Лизоцим     | 3,0  | 10,7                                |
| Авидин      | 0,05                                       | 9,5                                 |

важным функционально-технологическим характеристикам белковых продуктов относятся растворимость, водосвязывающая способность, способность стабилизировать дисперсные системы – пены [5]. Целью проведенных исследований являлось изучение функционально-технологических свойств альбумина сухого в сравнении с альбумином кондитерским (АК) и яичным порошком (ЯП) для определения рациональных способов подготовки белкового сырья.

Подготовка сухих яичных продуктов к производству заключается в процессе восстановления первоначальных их свойств и доведения содержания сухих веществ до исходного сырья. Производителями мучных кондитерских изделий рекомендуется восстанавливать яичный порошок при гидромодуле (ГМ) 1:3, а сухой яичный белок при ГМ 1:7 – 1:9. В связи с этим в наших дальнейших исследованиях возможности замены яичного порошка и сухого белка в рецептуре бисквитных полуфабрикатов на альбумин сухой

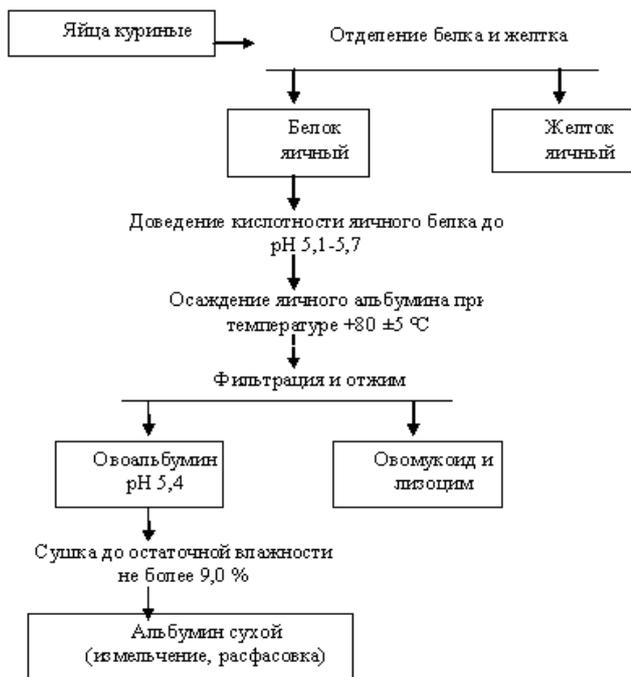


Рис.1. Функциональная схема получения альбумина сухого

гидромуль изменялся в пределах от 1:3 до 1:9. Пенообразующую способность сухих яичных продуктов определяли по методу Лурье [6].

Согласно литературным источникам [7, 8] лучшая пенообразующая способность (ПОС) альбумина наблюдается в изоэлектрической точке, что соответствует pH 4,8. В свежем яйце pH составляет 7,2 – 7,9, а при хранении увеличивается до 9,0 – 9,2 вследствие потери углекислоты. Однако состав АС, который определяет pH изоэлектрической точки, отличается от нативного яичного белка (табл. 1) в результате извлечения из него части протеинов - овомукоида и лизоцима (рис. 1). При этом происходит сдвиг значения pH, при котором исследуемый альбумин обладает лучшей пенообразующей способностью, поэтому для разработки рекомендаций по его восстановлению изучали влияние pH на технологические свойства сухого альбумина.

Исследование кинетики пенообразования восстановленного АС при различных значениях pH среды и продолжительности восстановления 30 минут показало, что максимальная пенообразующая способность сухого альбумина наблюдается при значениях близких к 7,5 (рис. 2), вероятно это объясняется тем, что при такой величине pH поверхностное натяжение дисперсной среды для белка является минимальным. Наибольшее увеличение ПОС при изменении pH среды происходит у образцов с соотношением белок:вода от 1:4 до 1:6. Повышение значения pH среды выше 7,5 не приводит к увеличению ПОС изучаемых образцов, поэтому дальнейшие исследования параметров восстановления АС проводили при pH 7,5.

Представленные экспериментальные данные по изучению влияния продолжительности восстановления ( $t=20^{\circ}\text{C}$ , pH 7,5) АС на его пенообразующую способность свидетельствуют о том, что наиболее интенсивное повышение ПОС наблюдается в течение первых 30 минут (рис. 3). Дальнейшее увеличение продолжительности восстановления приводит к незначительному повышению ПОС, а при соотношении белок:вода 1:3 – к снижению ПОС, что веро-

ятно связано с более полным набуханием АС с течением времени и излишним повышением вязкости раствора. Рекомендуемая продолжительность восстановления АС составляет 30 минут, что соответствует режимам, предлагаемым производителями сухих яичных продуктов. Более длительное время восстановления повышает опасность микробиологической порчи продукта, а также ведет к увеличению продолжительности технологического процесса.

В дальнейших исследованиях целесообразным было изучить влияние температуры воды для восстановления АС на пенообразующую способность и стойкость пены (СП) при постоянном значении pH 7,5 и  $V=30$  мин (рис. 4, 5). Установлено, что для восстановления АС при  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  рекомендуемое соотношение белок:вода составляет 1:4, что позволяет довести его влажность до влажности меланжа в исходной рецептуре. При данных технологических параметрах наблюдается оптимальное соотношение между пенообразующей способностью и стойкостью пены. Для целесообразности использования АС в качестве заменителя сухого белка в рецептуре бисквитных полуфабрикатов проведены исследования возможности повышения его гидромуля.

Доведение температуры воды до  $40\pm 5^{\circ}\text{C}$  улучшает процесс растворения за счет увеличения энергии в системе вода-белок, что позволяет повысить растворимость АС и довести значение ГМ до 1:6.

Повышение температуры выше  $40\pm 5^{\circ}\text{C}$  приводит к усилению тепловых колебаний адсорбированных молекул и, следовательно, ослаблению механической прочности поверхностного слоя, образованного молекулами ПАВ.

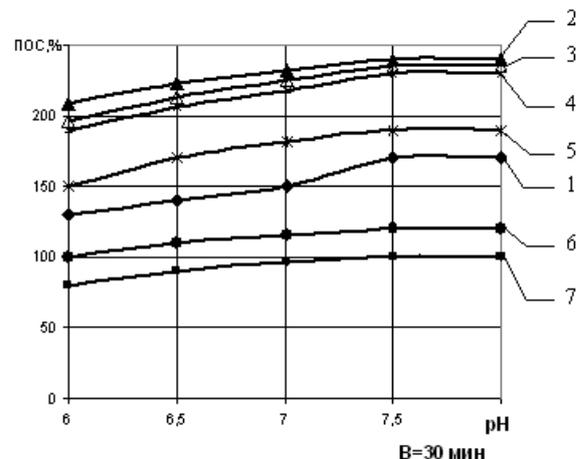


Рис. 2. Влияние pH на ПОС сухого альбумина: 1 – ГМ 1:3; 2 – ГМ 1:4; 3 – ГМ 1:5; 4 – ГМ 1:6; 5 – ГМ 1:7; 6 – ГМ 1:8; 7 – ГМ 1:9

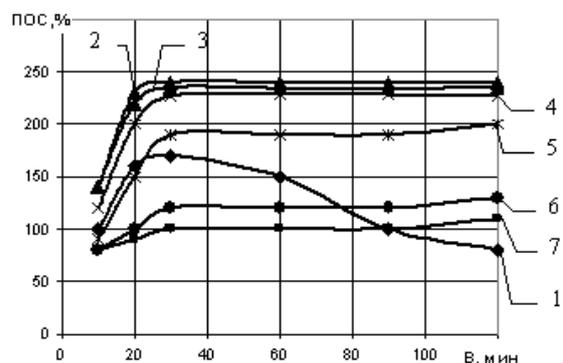


Рис. 3. Влияние продолжительности восстановления В на ПОС сухого альбумина: 1 – ГМ 1:3; 2 – ГМ 1:4; 3 – ГМ 1:5; 4 – ГМ 1:6; 5 – ГМ 1:7; 6 – ГМ 1:8; 7 – ГМ 1:9

Таблица 2

## Сравнительный анализ функционально-технологических свойств сухих яйцепродуктов

| Пенообразователь      | ГМ  | t, °C | Время восстановления, мин | pH  | ПОС, % | СП, % |
|-----------------------|-----|-------|---------------------------|-----|--------|-------|
| Альбумин сухой        | 1:4 | 20    | 30                        | 7,5 | 240    | 70    |
|                       | 1:6 | 40    |                           |     | 230    | 73    |
| Альбумин кондитерский | 1:7 | 20    |                           | 6,6 | 370    | 90    |
| Яичный порошок        | 1:4 | 20    |                           | 6,7 | 250    | 87    |
|                       | 1:3 |       | 240                       |     | 85     |       |

Вязкость пенообразующего раствора снижается, что увеличивает скорость истечения жидкости из пены и вызывает уменьшение стойкости пены.

Свойства пены зависят от наличия в ней своеобразного структурного скелета, состоящего из соединенных между собой белковых молекул. В пенах вода присутствует в виде гидратационной воды и воды, удерживаемой в капиллярных пространствах между частицами белка. При избытке влаги (соотношение АС и воды 1:7 – 1:9) происходит процесс синерезиса – отделение или истечение жидкости из пены, что отрицательно влияет на ПОС и приводит к снижению ее устойчивости (рис. 5), что вероятно обусловлено снижением вязкости системы и увеличением количества несвязанной влаги.

Проведенные исследования условий восстановления

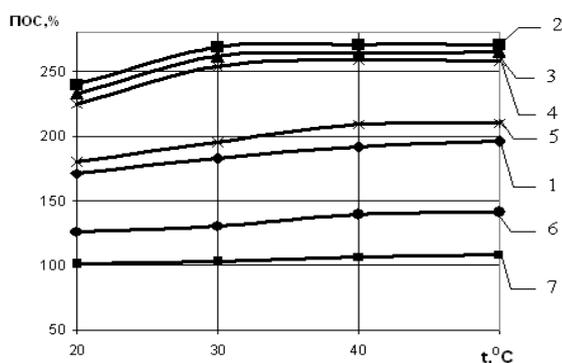


Рис. 4. Влияние температуры восстановления на ПОС сухого альбумина: 1 – ГМ 1:3; 2 – ГМ 1:4; 3 – ГМ 1:5; 4 – ГМ 1:6; 5 – ГМ 1:7; 6 – ГМ 1:8; 7 – ГМ 1:9

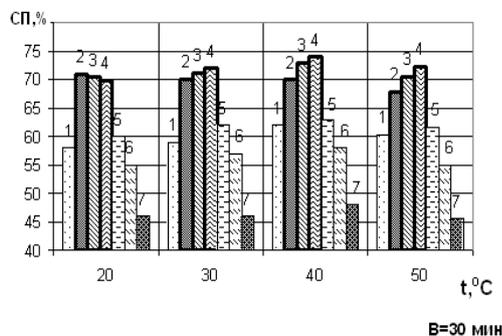


Рис. 5. Влияние температуры восстановления на СП сухого альбумина: 1 – ГМ 1:3; 2 – ГМ 1:4; 3 – ГМ 1:5; 4 – ГМ 1:6; 5 – ГМ 1:7; 6 – ГМ 1:8; 7 – ГМ 1:9

АС как заменителя сухих яичных продуктов в рецептуре бисквитных полуфабрикатов (продолжительности восстановления, pH среды, соотношения белок:вода, температуры воды для восстановления АС) позволили установить рациональные параметры, необходимые для получения высокока-

чественной пенной структуры: при температуре  $20 \pm 2$  °C, pH среды 7,5 и продолжительности восстановления АС – 30 минут, рекомендуемое соотношение белок:вода составляет 1:4, а повышение температуры до  $40 \pm 5$  °C позволяет довести ГМ до 1:6. Для разработки рекомендаций при замене тех или иных сухих яйцепродуктов на АС провели сравнительный анализ их функционально-технологических свойств (табл. 2).

Сравнительный анализ пенообразующей способности АК и ЯП, восстановленных согласно рекомендациям производителей, с АС позволяет сделать вывод о целесообразности его использования в технологии приготовления бисквитных полуфабрикатов с учетом рекомендуемых технологических параметров. В случае восстановления АС при  $20 \pm 2$  °C, pH 7,5 соотношение белок:вода составляет 1:4, что позволяет заменить яичный порошок не изменяя влажности теста, при этом происходит повышение содержания белка в готовых изделиях (в бисквите основном содержится 10,33 г белка на 100 г продукта, а в бисквите с АС – 17,16 г/100 г продукта). Повышение температуры воды, используемой для восстановления АС до  $40 \pm 5$  °C позволяет довести ГМ до 1:6, что дает возможность замены яичного белка в рецептуре бисквитных полуфабрикатов, при этом пенообразование незначительно снижается на 10 %, но улучшается показатель стойкости пены СП = 73 %.

На основании проведенных исследований и сравнительной оценки функционально-технологических свойств сухих яйцепродуктов разработаны рациональные условия восстановления АС в зависимости от замены им АК или ЯП в рецептуре бисквитных полуфабрикатов для получения пены с наилучшими структурными характеристиками, что позволит усовершенствовать технологию бисквитных полуфабрикатов на АС, снизить себестоимость готовых изделий, более рационально использовать яйцепродукты.

Поступила 01. 2010

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Новое в зарубежной пищевой промышленности / Т. II. Сборник статей. Англия – США, 1966. Перевод с англ. под ред. к.т.н. А.Ф. Наместникова, 1968.
- Пат. 2210913 Россия, МПК<sup>7</sup> А 21 D 13/08. Способ получения бисквита. Кемеров. технол. ин-т. пищев. пром-сти, Григорьева Р.З., Зоркина Н.Н., Просеков А.Ю. №2000109167/13; Заявл. 12.04.2000; Опубл. 27.08.2003.
- Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey. Conforti Paula Andrea, Lupano Cecilia Elena, int. hooii Si and TcciiTwl. 2004. 39, № 7, с 745-753. Англ.
- Иоргачева Е.Г. Альбумины – альтернатива меланжу в технологии бисквитных полуфабрикатов / Е.Г. Иоргачева, Л.В. Гордиенко, О.В. Макарова, С.М. Капетула // 36. науч. пр. ОНАХТ. – Вып. 30. – Т. 2. – О. – 2007. – С. 166-169.
- Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под. ред. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
- Кафка Б.Ф., Лурье И.С. Техно-химический контроль кондитерского производства. – М.: Пищ. пром-ть, 1967. – 282 с.
- Азрилевич М.Р. Заменители сахара // Пищевые ингредиенты. – 2001, №2. – с. 42-45.
- Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж, 2001. – 389 с.