

Исследование ультраструктуры искусственно-структурированных белковых продуктов на базе плазмы крови с помощью сканирующей электронной микроскопии

И.А. РОГОВ, Н.Н. ЛИПАТОВ, В.Н. ПИСМЕНСКАЯ, А.В. ЕФИМОВ, А.Г. ЗАБАШТА, Е.И. ТИТОВ
Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, г. Москва, СССР

Целью работы является изучение ультраструктур искусственно-структурированных белковых продуктов (ИСБП).

Объектами исследования служили три вида искусственно-структурированных белковых продуктов: "плазменный", "соево-плазменный" и "соево-копреципитатно-плазменный". Для исследования образцов в сканирующем электронном микроскопе их фиксировали раствором формалина, разрезали на кусочки толщиной не более 1 мм, замораживали при температуре $-30 \pm 1^\circ\text{C}$ и подвергали вакуумной сушке при $+20 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 24 часов. Подготовленные таким образом образцы ИСБП с помощью электропроводящего клея прикреплялись к объектодержателю вакуумной напылительной камеры, где осуществлялось напыление золотом.

Визуальное изучение ультраструктур ИСБП и микрорельефа поверхностей их пространственного каркаса проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа. Для исследования объектов выполняли с помощью широкоплоскостного фотоаппарата, оптически соединенного со вторым экраном сканирующего микроскопа специальной фотопроставкой.

Электронномикроскопические картины, соответствующие двухсоткратному увеличению и характеризующие объемные фрагменты макроструктуры "плазменного", "соево-плазменного" и "соево-копреципитатно-плазменного" искусственно-структурированных белковых продуктов на базе плазмы крови, представлены на рис. 1, 2 и 3, свидетельствуют о том, что всем трем типам ИСБП присуще наличие непрерывного пространственного каркаса. На всех фотографиях отчетливо прослеживаются образующие этот каркас анастомозирующие белковые тяжи самой разнообразной формы.

Визуальное наблюдение большого количества исследуемых типов образцов при сто- двух- и пятисоткратном увеличении в сканирующем микроскопе позволило обнаружить некоторую неоднородность каркаса (в целом губчатой макроструктуры ИСБП) вдоль направления тяжей. Кроме того установлено, что наиболее крупные по размерам поры чаще всего наблюдаются у "плазменного" ИСБП. Наибольшим количеством пор обладают образцы "соево-плазменного" ИСБП, при этом средний линейный размер их пор заметно меньше, чем у образцов других типов ИСБП.

Электронномикроскопические картины фрагментов поверхностей анастомозирующих тяжей при двухтысячекратном увеличении исследуемых образцов ИСБП в сканирующем микроскопе представлены на рис. 4, 5 и 6.

Поверхности тяжей пространственного каркаса "плазменного" ИСБП (рис. 4) присуща анизотропная шероховатость с преобладанием протяженности "впадин" и "хребтов" в поперечном направлении. В некоторых местах отчетливо обозначены глубокие продольные и поперечные борозды.

Тяжи пространственного каркаса "соево-плазменного" ИСБП (рис. 5) обладают значительно большей взаимной сориентированностью. Для их поверхности характерно наличие большого числа выступов. Часто встречаются дендритоподобные формы с нитевидными расчленениями. Отдельные участки поверхности тяжей "соево-плазменного" ИСБП сходны с поверхностями тяжей "плазменного"

Тяжам, образующим пространственный каркас третьего типа ИСБП — "соево-копреципитатно-плазменного" (рис. 6), как и двум предыдущим, присуще наличие на их поверхности анизотропной шероховатости. Однако в целом эти тяжи существенно отличны от тяжей "плазменного" ИСБП; так как для них характерны хорошо просматривающиеся ячейки, средние линейные размеры которых на порядок меньше, чем размеры макроячеек, присущих этому типу ИСБП.

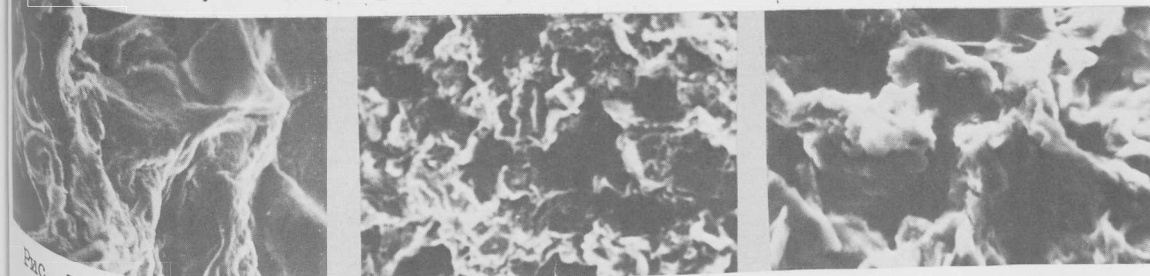


Рис. 1 "плазменный" ИСБП
Увел. 200x
Fig. 1. Plasma ISBP.
(200 X)

Рис. 2 "соево-плазменный" ИСБП Увел. 200x
Fig. 2. Soy-plasma. (200 X)

Рис. 3 "соево-копреципитатно-плазменный" ИСБП
Увел. 200x
Fig. 3. Soy-coprecipitate-plasma ISBP. (200 X)

Исследования ультраструктуры ИСБП с помощью сканирующего электронного микроскопа позволили установить, что они обладают значительной микропористостью, причем, средняя дисперсия пор колеблется от $(300 \pm 100) \cdot 10^{-6}\text{м}$ для "плазменного" ИСБП до $(3 \pm 7) \cdot 10^{-6}\text{м}$ для "соево-плазменного". Это обстоятельство объясняет тот факт, что обладая наиболее выраженными обратимыми кинеретическими свойствами, "плазменный" ИСБП, будучи введенным в состав



Рис. 4 "плазменный" ИСБП Увел. 2000x
Fig. 4. Plasma ISBP. (2000 X)

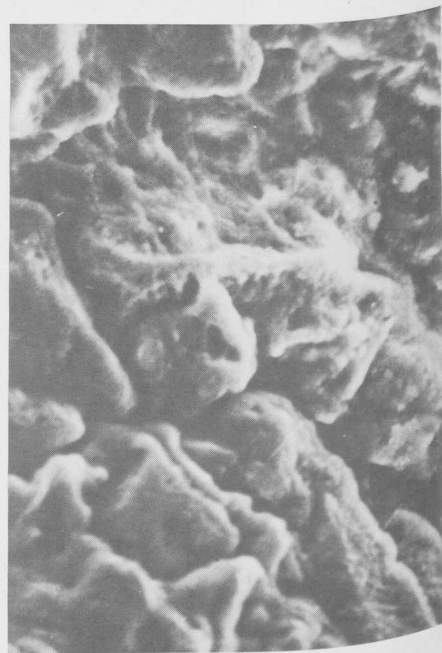


Рис. 5 "соево-плазменный" ИСБП Увел. 2000x
Fig. 5. Soy-plasma ISBP. (2000 X)



Рис. 6 "соево-копреципитатно-плазменный" ИСБП. Увел. 2000x
Fig. 6. Soy-coprecipitate-plasma ISBP. (2000 X)

колбасного фарша взамен мяса, значительно хуже удерживает "капиллярную" влагу нежели "соево-копреципитатно-плазменный" или "соево-плазменный". Действительно, при измельчении в куттере практически все поры, удерживающие "макрокапиллярную" влагу в "плазменном" ИСБП, оказываются разрушенными. При измельчении же "соево-копреципитатно-плазменного" и особенно "соево-плазменного" ИСБП более 50% пор сохраняются. Это приводит к тому, что наибольшие выходы у вареных колбас имеют место в случае использования в качестве заменителей мясных белковых компонентов их фаршей именно "соево-плазменного" и "соево-копреципитатно-плазменного" ИСБП.

ВЫВОДЫ

1. Изучены особенности ультраструктур трех типов искусственно-структурированных белковых продуктов на базе плазмы крови в электронном сканирующем микроскопе. Получены фотографии их электронномикроскопических картин.

2. Установлено наличие непрерывного пространственного каркаса у всех трех типов ИСБП, образованного анастомозирующими белковыми тяжами. Наиболее развитая поверхность каркаса присуща "соево-плазменному" ИСБП.

3. Сведения об ультраструктуре искусственно-структурированных белковых продуктов, полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии, позволяют дать качественное объяснение ряду их физико-химических свойств.