

УДК 57.08

*А. К. Брянкина, В. О. Миленина, А. А. Парамонова\**

### **ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЯБЛОЧНЫХ ЧИПСОВ, ОБОГАЩЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЬЮ CHLORELLA**

Несбалансированное питание и нарушение его режима в настоящее время являются одной из главных проблем населения, приводящее к гиповитаминозу – постоянному низкому содержанию в организме одного или нескольких витаминов. Так, по статистике, даже при идеально составленном рационе питания на 2500 ккал человеку не будет хватать 20% витаминов и всего лишь 14% взрослого населения нашей страны обеспечены всеми витаминами [1]. Наряду с вышеперечисленными проблемами в последние десятилетия вырос интерес к продуктам с высокой пищевой ценностью – так называемым суперфудам – как к части сбалансированного рациона питания.

Чипсы на основе овощей и фруктов являются одним из наиболее распространенных суперфудов. Они популярны как у взрослых, так и у детей благодаря удобству потребления, многообразию вкусов и высокому сроку годности. Чипсы на основе высушенных яблок наиболее распространены благодаря широкому ареолу произрастания плодовых деревьев. В зависимости от зоны выращивания плодовых деревьев варьируется содержание веществ в яблоках (табл. 1).

Яблоки богаты углеводами, однако содержат малое количество таких необходимых для организма человека витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и бета-каротина. Именно этих витаминов недостаточно в рационе людей. Так, средний уровень потребления в России витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и бета-каротина равен 85, 77 и 56% от суточной нормы [1]. Кроме того, наблюдается низкое содержание белка. Для получения сбалансированного состава предлагается использовать биомассу микроводоросли рода *Chlorella*.

---

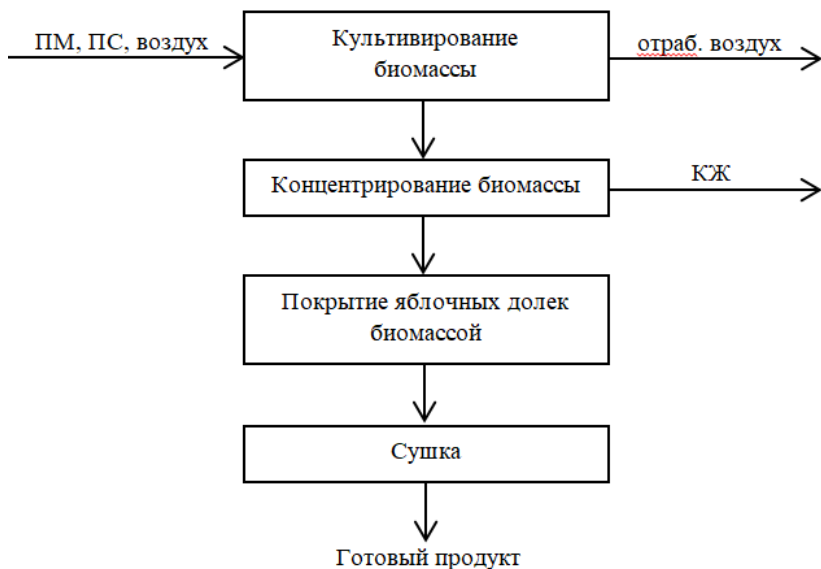
\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. С. Дворецкого.

## 1. Пищевая ценность яблок на 100 г [2]

Вещество	Содержание
Вода, %	77...90
Белок, г	0,3...0,4
Углеводы, г	0,4...10 г
Жиры, г	менее 0,1
Витамин В1 (тиамин), мг	0,03...0,09
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,02...0,05
Витамин С, мг	5...85
Витамин Е (ТЭ), мг	0,68
Бета-каротин, мг	0,04...0,06

Микроводоросли вида *Chlorella vulgaris* в пищевой промышленности играют все большую роль, ее употребляют в пищу люди из разных уголков планеты с давних времен. Биотехнология микроводорослей зародилась в 1940-х годах, а ее активное развитие началось в 60-70-е годы XX века в СССР, США, Японии и других странах. Благодаря дальнейшим фундаментальным и прикладным исследованиям была доказана коммерческая значимость производства микроводорослей в качестве источника ценных биологически активных веществ. Известны биологически активные добавки (БАД) на основе биомассы микроводоросли и ее метаболитов: высушенная порошкообразная биомасса, капсулированная и таблетированная биомасса, суспензия микроводоросли и др. [3].

Данная микроводоросль входит в десятку наиболее питательных продуктов в мире благодаря высокому содержанию в биомассе растительных белков со всеми незаменимыми аминокислотами, липидов (в 100 г порошка биомассы – 25...35 г липидов), витаминов (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>), минералов (железо, магний, цинк), каротиноидов [4]. Яблоки и микроводоросль *Chlorella* являются компонентами растительного происхождения, поэтому при их совмещении будет наблюдаться взаимодополняющий эффект между биологически активными веществами в их составе. Таким образом, продукт будет представлять собой поливитаминный комплекс с повышенным содержанием белка.



**Рис. 1.** Эскизная схема получения витаминизированных яблочных чипсов

Для получения витаминизированных яблочных чипсов предполагается использовать дольки яблок кисло-сладких сортов типа «Чемпион», «Лигольд» и «Гала» в качестве матрицы для крепления биомассы микроводорослей, обладающей высокими адгезионными свойствами. Эскизная схема получения продукта представлена на рис. 1.

Важнейшей стадией в производстве микроводорослей является стадия культивирования. С помощью варьирования различными факторами в процессе культивирования микроводорослей возможно получение биомассы с различными характеристиками. Существуют разнообразные методики направленного культивирования: так, на среде с избытком азотистых соединений, микроводоросль *Chlorella vulgaris* может накапливать от 40 до 88% белка и 5% жира, а при дефиците азота и избытке углерода в питательной среде, наоборот, – 88% жира и 5% белка [4]. При добавлении в питательную среду глюкозы или периодическое облучение суспензии микроводорослей ультрафиолетом и ультразвуком малой мощности содержание каротинов может достигнуть 900 мкг/г биомассы, что превышает содержание каротинов в моркови, основном традиционном источнике, примерно в 9 раз. Таким образом, необходимо лишь 5,6 г биомассы микроводоросли *Chlorella* для удовлетворения суточной потребности человека в бета-

каротине (5 мг), являющимся прекурсором витамина А и мощным антиоксидантом.

После культивирования суспензия микроводорослей поступает на концентрирование для удаления балластной культуральной жидкости (КЖ). Далее сконцентрированная биомасса наносится на поверхность яблочных долек и высушивается при низких температурах для сохранения биологически активных веществ. В процессе сушки в клетках микроводоросли образуются микротрещины, что повышает усвояемость метаболитов. Высокие адгезионные свойства биомассы способствуют равномерному распределению и прочному закреплению на поверхности яблок.

Таким образом, витаминизированные яблочные чипсы будут иметь более сбалансированный состав благодаря дополнительному источнику дефицитных витаминов в виде биомассы микроводорослей. Кроме того, в биомассе содержится большое количество белка, что делает продукт особенно полезным для людей, занимающихся спортом, детей и беременных женщин.

### Список литературы

1. Коденцова, В. М. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова // Вопр. питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113 – 124.
2. Виденов, Б. М. 700 советов садоводу любителю / Б. М. Виденов, Г. Т. Ковачев, С. Л. Манов. – София : Земиздат, 1972. – 415 с.
3. Туманова, А. Л. Доклинические исследования препарата на основе производных микроводоросли «Живая хлорелла», «Живых непатогенных пробиотических продуктов» и фитопродуктов черноморского побережья Кавказа / А. Л. Туманова, В. З. Агрба // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 7. – С. 73 – 77.
4. Nutritional evaluation of Australian microalgae as potential human health supplements / M. Kent, H. M. Welladsen, A. Mangott, Y. Li // PLoS One. – 2015. – V. 10, No. 2. – e0118985.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*