

*В. А. Нестерова\**

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЮТЕИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОДОРОСЛИ CHLORELLA**

Биологически активные добавки – это большая группа нутрицевтиков, которые рекомендуют применять для восполнения организма человека определенными витаминами и микроэлементами, биологически активными веществами для улучшения общего состояния организма и укреплением иммунитета. Поэтому сегмент БАДов представлен препаратами нутрицевтиками (витамины, микроэлементы, аминокислоты), пробиотиками (живые микроорганизмы) и парафармацевтиками (фиточай, мумие и травы).

Нутрицевтики относятся к эссенциальным нутриентам, являются природными ингредиентами пищи и употребляются без назначения врача, тогда как парафармацевтики – компоненты растительного синтеза, животного синтеза и натурального химического синтеза рекомендуются к употреблению только при назначении врача. Нутрицевтики выпускаются в разных товарных формах – экстракты, настойки, порошки, сухие и жидкие концентраты. Заболевания глаз охватывают широкий спектр, оказывающий негативное влияние на различные компоненты зрительной системы и зрительную функцию человека [1].

Среди нутрицевтиков можно выделить каротиноидные пищевые добавки, поддерживающие и обеспечивающие оптимальную зрительную функцию, снижающие риск катаракты. Средства с каротиноидами защищают от негативных факторов, снимают усталость, предотвращают ухудшение зрительных функций из-за возрастных изменений. Наиболее распространенным каротиноидом в природе является лютеин, который выступает в роли активного компонента биохимических процессов в хрусталике глаза.

Возрастание спроса на лютеин в качестве биологически активной добавки обуславливается тем, что отрасли фармацевтической промышленности занимают значительную долю на мировом рынке, обладая рядом преимуществ, таких как совершенствование старых способов технологий получения, создание новых лекарственных форм, разнообразие видов сырья и оборудования.

---

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

Препараты лютеина получают из плодов черники, бархатцев, но также могут быть получены из биомассы автотрофных организмов. Практический интерес представляют каротиноидные витаминные пигменты – продукты метаболизма автотрофных организмов, в частности, одноклеточные водоросли, содержащие каротиноидов больше, чем растения. Из всего многообразия микроводорослей большое количество лютеина отмечено в клетках хлореллы наряду с незаменимыми аминокислотами, углеводами, пигментами.

Потребность лютеина в сутки должна быть не менее 5 мг. Для профилактики при отличном зрении – 2 мг. При нахождении в группе риска суточная доза может достигать 6 мг.

Организм человека и животных не способен синтезировать лютеин самостоятельно, поступая в организм только с пищей. Фрукты и овощи являются хорошими источниками каротиноидов, но поскольку они являются жирорастворимыми веществами, поглощение в значительной степени зависит от их приготовления. Основным источником получения лютеина является растительное сырье [2].

Получение лютеина из растительного сырья зависит от сезонности, погодных условий, необходимости больших площадей для выращивания растительного сырья и антропогенного влияния (например, использование искусственных пестицидов и агрохимикатов), что привел к тому, данный способ получения становится затратным, а также затрудняется очистка продукта. Перспективными источниками каротиноидов в России являются экстракт, порошок из черники и лепестки цветков бархатцев, содержащих в себе большое количество ксантофиллов, среди которых лютеин является преобладающим [3].

Вещество снижает уровень окислительного стресса, подавляя активность свободных радикалов, снижает риски развития некоторых форм рака. Лютеин защищает ткани глаза, помогая фильтровать агрессивную часть спектра светового потока, улучшает остроту зрения и светочувствительность. Антиоксидантная функция заключается в том, что каротиноид способствует нейтрализации и быстрому выведению из организма свободных радикалов – частиц, которые образуются в сетчатке глаза под действием солнечного света. Лютеин связывает активные формы кислорода, уменьшая повреждение чувствительных тканей свободными радикалами. Кроме того, лютеин снижает скорость образования пигмента липофусцина, который вызывает старение сетчатки. При попадании лучей прямого солнечного света в глаза инициируется образование свободных радикалов, которые повреждают сетчатку, хрусталик и другие структуры глаза. Пигмент защищает центральную область сетчатки (макулу) от повреждающего

воздействия свободных радикалов, предупреждая дегенерацию этой области.

Производство лютеина с помощью микроводорослей относится к категории биотехнологического производства. Получение порошка лютеина является многоступенчатым процессом, предполагающим применение ряда технологических приемов. Выбрав параметры условия (температура, освещенность, уровень pH и концентрация углекислого газа) культивирования, подобные идеальным условиям, можно создать благоприятные условия для быстрого роста и снизить время, затрачиваемое на выращивание биомассы [4]. В таблице 1 показана концентрация лютеина и продуктивность штаммов микроводорослей.

Стадия концентрирования позволяет отделить культуральную жидкость и уменьшить влажность биомассы с 98 до 50...60% для эффективности выделения целевого компонента посредством отделения остатков питательной среды и продуктов метаболизма клеток без изменения химического состава. Разрушение клеточных стенок методом УЗ-дезинтеграции характеризуется рядом преимуществ: небольшой уровень потребления энергии, короткое время обработки суспензии и продуктивная дезинтеграция клеток.

Экстрагирование проводится совместно со стадией дезинтеграции для сокращения затрат, при использовании экстрагента – этанола 96%, где извлечение лютеина достигает до 66% (массовое содержание от общего количества каротиноидов). Отгонка экстрагента осуществляется выпариванием под вакуумом.

### 1. Концентрация лютеина и продуктивность штаммов микроводорослей

Штамм	Время культивирования, сут	Концентрация биомассы, г/л	Продуктивность, Х г/(л,сут)	Прирост лютеина в суспензии мг/(л·сут)
C. sorokiniana MB-1	7	6,85	12,57	0,35
Desmodesmus sp. F51	7...8	1,45	5,52	0,22
Scenedesmus obliquus FSP-3	7...8	3,4	4,15	0,19
C. sorokiniana FZU60	7...8	5,3	6,39	0,26

Щелочной гидролиз – это метод, применяемый в производстве при получении каротиноидов, позволяющий расщепить и высвободить жирную кислоту, присоединенную к активным молекулам. Ультрафильтрацией раствор делится на две фракции: осаждаемый продукт и примеси, где фильтрат может служить в качестве кормовой добавки или минерального удобрения, а осаждаемый продукт подвергается сушке до конечной влажности 7...8% и фасуется в капсулы, которые обеспечивают срок хранения до 2 лет при соблюдении температурно-влажностного режима в чистых и вентилируемых помещениях.

Проведен анализ информационных источников по сырью, технологии производства лютеина, выбран штамм микроводоросли *Chlorella sorokiniana MB-1*. Разработана технология производства лютеина с использованием микроводоросли *Chlorella sorokiniana MB-1*, включающая в себя стадии: накопление биомассы, концентрирование, УЗ-экстрагирование, отгонка экстрагента, щелочной гидролиз, ультрафильтрация и сушка целевого продукта.

### Список литературы

1. Илларионова, Е. А. Биологически активные добавки. Оценка эффективности безопасности : учебное пособие / Е. А. Илларионова, И. П. Сыроватский ; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск : ИГМУ, 2020. – 56 с.
2. Сенченков, В. Ю. Определение и стабилизация каротиноидов, полученных микробиологическим путем: дис. ... канд. хим. наук : 04.04.01 / В. Ю. Сенченков. – Белгород, 2020. – 112 с.
3. Ачмиз, А. Д. Характеристика существующих способов получения каротиноидов из растительного сырья и вторичных ресурсов его переработки. Новые технологии / А. Д. Ачмиз // *New technologies*. – 2022. – No. 18(2). – P. 15 – 29.
4. Safi Carl. Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella*. – 2017. – V. 35. – P. 265 – 278.

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