



ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛОЖИТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИХ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ

К.И. Миронова, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, магистрант, e-mail: mironovakseniya@mail.ru;

Е.С. Землякова, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», канд. техн. наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии

В данной статье рассматривается химический состав растительного сырья, содержащего биологически активные вещества, положительно влияющие на зрительную функцию. Особое внимание уделяется получению растительных экстрактов и исследованиям их свойств.

функциональное питание, каротиноиды, шпинат, бархатцы, растительные экстракты

Ухудшения зрения является одной из наиболее актуальных проблем современного человека. Глаза тесно связаны со всем организмом, так как 90% информации из окружающей среды человек получает посредством зрения. Для сохранения хорошего зрения необходимо не только ежедневно проводить комплекс упражнений для глазной мышцы, но и правильно и сбалансировано питаться.

Каротиноиды – являются самыми эффективными веществами, для поддержания нормальной зрительной функции человека. Важнейшими представителями натуральных каротиноидов являются лютеин и зеаксантин. Эти пигменты в организме человека не вырабатываются, поэтому их единственным источником является пища. Лютеин играет роль светофильтра, предотвращающего помутнение хрусталика и разрушение сетчатки. Накапливаясь в сетчатке, он действует как естественные солнцезащитные очки, способствующие уменьшению проникновения ультрафиолетовых лучей в чувствительные зрительные клетки [1,2].

Известно, что растения - богатейшие природные источники лютеина и зеаксантина. В таблице 1 представлены данные по содержанию каротиноидов в различных растениях.

Таблица 1 - Содержания каротиноидов в продуктах, мкг в 100 г продукта [3]

Продукт	Лютеин	Зеаксантин	Сумма
Шпинат	11607	331	11938
Бархатцы	8975	285	9260
Морковь	335	23	358
Тыква	8173	267	8440
Горошек	1292	58	1350
Хурма	346	488	834
Кукуруза	356	528	884
Бобы	616	44	660
Мандарины	131	112	243
Сельдерей	229	3	232
Апельсин	113	74	187
Персик	51	6	57

Из данных таблицы 1 видно, что шпинат и бархатцы превосходят по этому показателю все другие растения. Они являются перспективным сырьем для использования в качестве источника биологически активных веществ, к тому же эти растения широко распространены на территории Калининградской области.

Следующий этап исследования заключался в исследовании химического состава выбранных растений. Для научно-исследовательской работы использовали высушенное растительное сырьё, как наиболее удобное в хранении.

Определение влажности сырья.

Определение влажности сырья проводили на аппарате Чижова. Среднее значение из трёх параллельных проб: $W_{\text{цветки бархатцев}}=6,06\%$, $W_{\text{шпинат}}=7,13\%$.

По полученным данным видно, что влажность растительного сырья, отобранного на исследования не превышает 10%, это означает, что растительное сырьё пригодно для длительного хранения. Достаточно низкая влажность надолго сохраняет качество растительного сырья и не дает развиваться посторонней микрофлоре.

Количественное определение каротиноидов в шпинате и бархатцах

Количественное определение пигментов основано на их способности поглощать лучи определенной длины волн. Регистрацию оптической плотности раствора пигментов проводят на спектрофотометре СФ-2000 (рисунок 1).

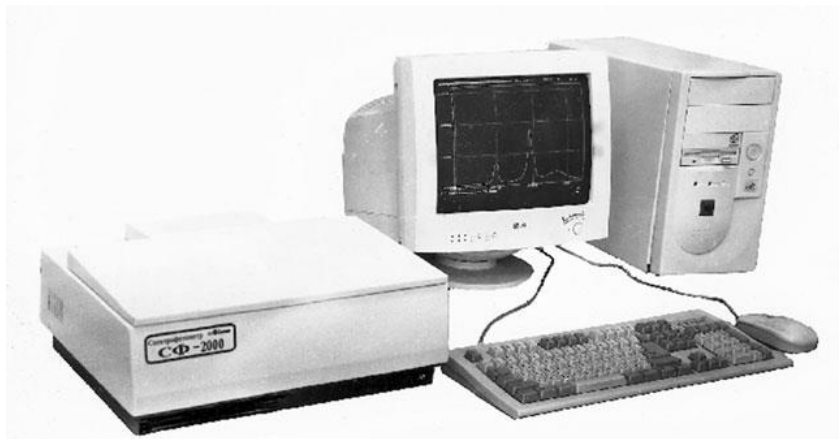


Рисунок 1 – Спектрофотометр СФ-2000

На рисунке 2 представлен спектр поглощения растительных экстрактов.

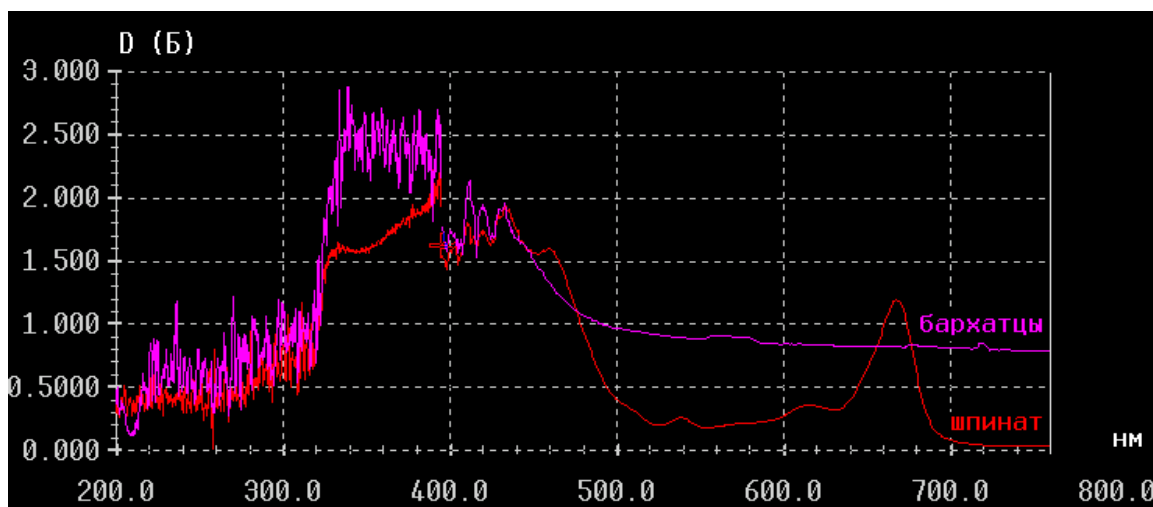


Рисунок 2 - Спектр поглощения растительных экстрактов

Как видно из данных рисунка 2, при длине волны 670 нм на графике наблюдается характерный пик. По результатам данного исследования определяем суммарное содержание каротиноидов (в пересчете на лютеин), используя формулу (1):

$$\alpha^* = \frac{A_{\max}}{E_{1\text{см}}^{1\%}} \cdot \frac{V \cdot P \cdot 1000}{100 \cdot m \cdot l}, \text{ мг/г} \quad (1)$$

где

α^* – суммарное содержание каротиноидов, мг/г;

A_{\max} – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции;

$E_{1\text{см}}^{1\%}$ – коэффициент экстинкции = 2550;

V – объем экстракта, мл;

P – степень разбавления;

m – масса навески, г;

l – длина оптического пути = 1 см.

В результате опыта установлено содержание каротиноидов в масляном экстракте шпината, равное 12300 мкг/100г, в масляном экстракте цветков бархатцев - 9900 мкг/100г, что согласуется с литературными данными, представленными в таблице 1.

Каротиноиды - лютеин и зеаксантин - являются жирорастворимыми веществами. Поэтому для их всасывания в желудочно-кишечном тракте необходимо присутствие пищевых жиров. Приготовление масляного экстракта шпината и бархатцев включает в себя четыре основных этапа:

1. Сортировка растительного сырья, в процессе которой происходит удаление посторонних примесей.

2. Сушка растительного сырья - осуществляется в сушильных шкафах при температуре 37-39°C до достижения остаточной влажности в растительном сырье не выше 10%.

3. Измельчение растительного сырья - это важный этап производства, ведь чем мельче размер частиц растений, полученных в результате измельчения сырья, тем больше площадь экстракции и тем выше выход биологически активных веществ. Использовали растительное сырьё размельченное до размера частиц от 0,5 до 2.

4. Экстракция. Каротиноиды лютеин и зеаксантин являются жирорастворимыми веществами, в качестве экстрагента использовали растительное масло в соотношении сухого измельчённого сырья и экстрагента 1:7.

После выбора обоснования основных этапов подготовки сырья и соотношения сырья:экстрагента необходимо было изучить влияние таких важных факторов как температура и продолжительность процесса экстракции на выход биологически активных веществ, для этого были проведены следующие исследования.

Определение выхода экстрактивных веществ при различных режимах экстрагирования

Определение выхода экстрактивных веществ проводили с использованием рефрактометра. В качестве сырья использовали шпинат при различных способах его обработки (высушенные и мороженые листья, высушенные измельченные листья). Экстракцию проводили при температурах 20 и 40°C в течение 5, 20, 40, 60, 90 и 120 мин, экстрагентом служил 70%-ный спирт. Спирт является полярным растворителем, поэтому он эффективен в качестве растворителя для экстракции каротиноидов.

Графики зависимости выхода экстрактивных веществ от продолжительности и температуры экстракции представлены на рисунке 3.

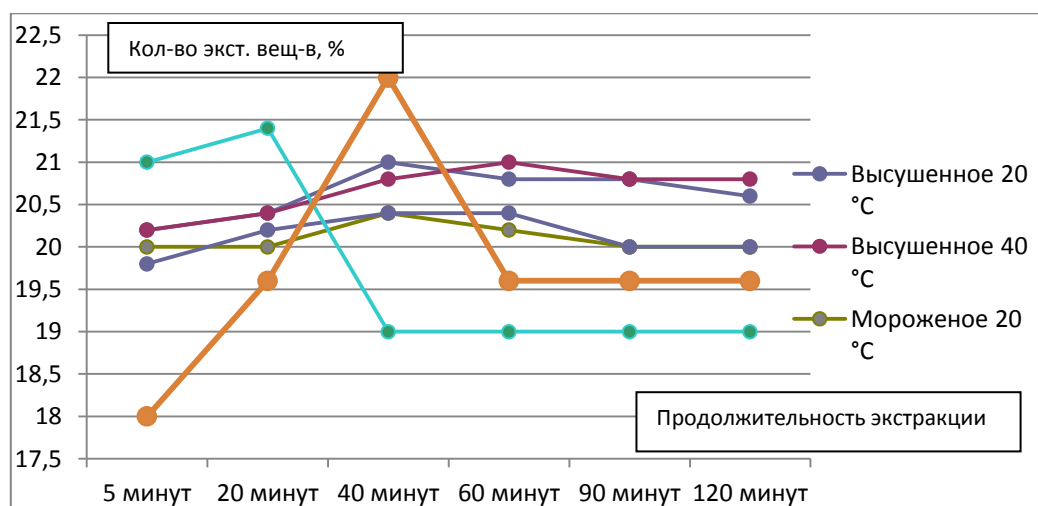


Рисунок 3 - Зависимость выхода биологически активных веществ от параметров процесса экстракции

Из данных рисунка 3 видно, что наиболее благоприятными являются температура экстракции 40 °С и продолжительность 40 мин.

Математическое моделирование и оптимизация процесса экстракции биологически активных веществ из растительного сырья

Математическая модель экстракции позволяет получить достаточно большой объем информации, выполнив минимальное количество опытов, а также определить оптимальные значения ключевых факторов.

Матрица центрального композиционного ортогонального плана для двух факторов и план эксперимента при моделировании и оптимизации экстракции были получены с использованием данных рисунка 1.

Общий вид искомой математической модели представлен формулой (2):

$$y = v_0 + v_1x_1 + v_2x_2 + v_{12}x_1x_2 + v_{11}x_1^2 + \sum v_{22}x_2^2, \quad (2)$$

где, y – обобщенный параметр оптимизации;

$v_0, v_1, v_2, v_{11}, v_{12}, v_{22}$ – неизвестные коэффициенты полиномиальной модели;

x – изменяемые факторы.

Оптимальные расчетные значения факторов: продолжительность экстракции - 43 мин., температура процесса - 40°С. Таким образом, использование методов математического моделирования позволяет определить оптимальную температуру и продолжительность экстракции.

Количественное определение каротиноидов в масляном экстракте бархатцев.

В опыте использовались экстракты бархатцев различных сортов: экстракты оранжевых цветков бархатцев сорта Goldlicht и красных цветков бархатцев сорта Gold Dollar. При экстракции образовалось расслоение двух фаз, оптическую плотность верхней и нижней фазы двух растворов измеряли на фотоколориметре. В качестве контроля применяли раствор бихромата калия. Содержание каротиноидов в экстракте бархатцев представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание каротиноидов в масляном экстракте бархатцев, мг/%

Красные бархатцы Gold Dollar		Оранжевые бархатцы Goldlicht	
верхний слой	нижний слой	верхний слой	нижний слой
42,28	65,78	26,70	50,95

Из данных таблицы 2 видно, что наибольшее количество каротиноидов содержится в нижнем слое экстракта красных бархатцев сорта Gold Dollar.

Количественное определение каротиноидов в масляном экстракте шпината

Количественное определение пигментов основано на их способности поглощать лучи определенной длины волн. В качестве контроля использовали кукурузное и подсолнечное масла. Расчет вели на основе спектра поглощения (рисунок 5) по формулам Веттштейна (3, 4) и Вернона (5).

$$C_a = 13,70 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649}, \quad (3)$$

$$C_b = 25,80 \cdot D_{649} - 7,60 \cdot D_{665}, \quad (4)$$

$$C_{a+b} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268(C_a + b), \quad (5)$$

где C_a , C_b – концентрация хлорофилла a и b в мг/л;

C_{a+b} – суммарное содержание хлорофиллов a и b в растворе (мг/л).

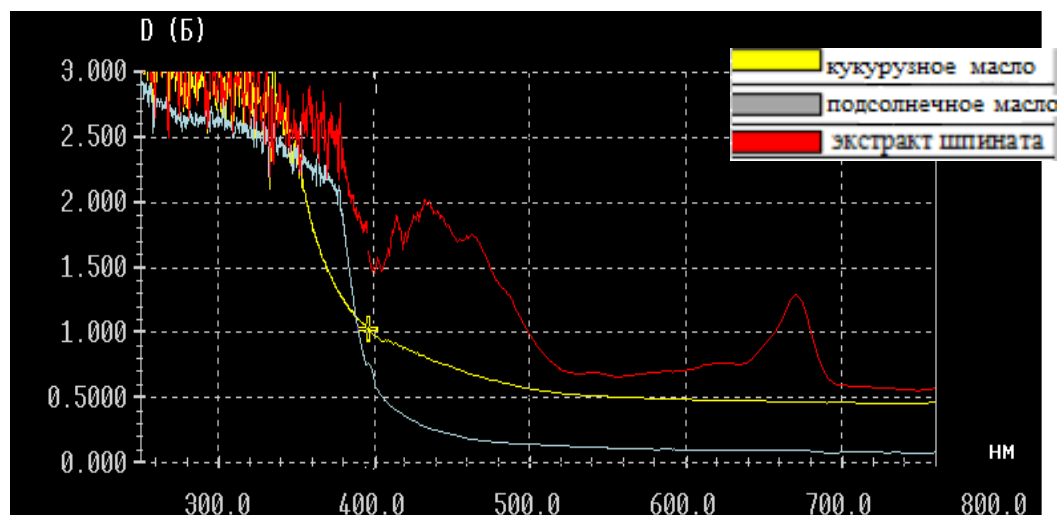


Рисунок 5 - Спектр поглощения экстракта шпината

В результате исследования было определено содержание каротиноидов в экстракте шпината равно 11970 мкг/100 г [4].

В результате научно-исследовательской работы был проведен выбор растений, содержащих каротиноиды, выбраны два вида с максимальным количеством лютеина и зеаксантина - это шпинат и бархатцы; исследован их химический состав; определено количественное содержание влаги; с использованием метода математического анализа определены оптимальные условия экстракции: температура 40 °С, продолжительность 43 мин., с учётом которых приготовлены растительные экстракты; количественно определены каротиноиды в полученных экстрактах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. МакКанс, Р.А. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов / Р.А. МакКанс, Э.М. Уиддоусон. – СПб. - 2006. – 420 с.
2. Пилат, Т.Л. Биологические активные добавки к пище / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. — М. - 2002. — 710 с.
3. Сергеева, Н.Т. Биологически активные вещества / Н.Т. Сергеева. - Калининград: Изд. КГТУ, 2005. – 306 с.
4. Землякова, Е. С. Использование метода спектрофотометрии при определении наличия биологически активных веществ / Е.С. Землякова, К.И. Миронова // Спектрометрические методы анализа в науке и технике: электронный научный журнал. – 2014 [Электронный ресурс]. - URL: http://www.paxgrid.ru/proceedings_spectro2014.pdf

THE CHEMICAL COMPOSITION OF PLANT EXTRACTS, POSITIVE IMPACT ON VISUAL FUNCTION

K.I. Mironova, ITMO University, student, e-mail: mironovakseniya@mail.ru;

E.S. Zemlyakova, Kaliningrad State Technical University, Candidate of Technical Science, Associate Professor

This article discusses the chemical composition of vegetable raw materials, having a positive impact on visual function. Special attention is paid to the production of plant extracts and study of their biologically active substances.