

**E. V. Marzinkevich, H. E. Pyzh,
T. M. Lukashenko, A. A. Biryukov**

INFLUENCE GEL FROM BROWN SEAWEED ON INTESTINAL MICROFLORA AT DYSBACTERIOSIS INITIATED ANTIBIOTICS

The article presents the results of original research on the influence of dietary food product of the White Sea seaweed on intestinal microbiocenosis against the background of dysbiosis caused by antibiotics. It was shown that the product has prebiotic properties, resulting in preserving normal flora intestinal dysbiosis in emerging in the early stages, and exhibits an antibacterial and fungicidal effects against opportunistic pathogens.

УДК 664.017:577.114.7(043.3)

*В статье приводятся результаты исследования свойств и состава хитин-глюканового комплекса, выделенного по разработанной авторами технологии из побочного продукта производства лимонной кислоты *Aspergillus niger* L-4. Наличие темного пигмента меланина обуславливает темную окраску полученного хитин-глюканового комплекса. Цвет является одной из важнейших характеристик пищевых продуктов, которая в значительной мере влияет на потребительские предпочтения. Для формирования эстетических характеристик хитин-глюканового комплекса поставлен многофакторный эксперимент по определению параметров отбеливания хитин-глюканового комплекса и варьирования его цветовой окраской.*

МОДИФИКАЦИЯ ЦВЕТОВОЙ ОКРАСКИ ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕГО ЭСТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

*Е.Т. Клишанец, старший преподаватель кафедры технологии,
физиологии и гигиены питания*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук,
профессор, главный научный сотрудник отдела питания*

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

А.В. Потеха, ассистент кафедры технической механики и материаловедения

Хитин — это уникальный полимер, обладающий множеством полезных свойств. Он стал известен немногим более 200 лет назад, однако, изучение его свойств учеными из разных стран не прекращается, т.к. сферы его применения чрезвычайно широки [1].

В пищевой промышленности хитин используется как сорбент, стабилизатор, консервант, осветлитель, эмульгатор, структурообразователь. В сельском хозяйстве на основе хитина изготавливают кормовые добавки, разлагаемые упаковки, средства защиты растений. Широкий ассортимент кремов, лосьонов, средств по уходу за кожей и волосами на основе хитина представлен в косметической отрасли. В медицине хитозан, производное хитина, входит в состав лекарственных средств, мазей, хирургических нитей, шовных материалов, контактных линз, искусственной кожи.

Огромный вклад в изучение свойств хитина и его производных внесли R. Muzzarelli, В. П. Варламов, К. Г. Скрыбин, С. Н. Михайлов, Г. В. Маслова, Л. А. Нудьга [1 — 5].

Объект и методы исследований. В настоящей работе представлены результаты исследования химического состава и свойств хитин-глюканового комплекса (далее — ХГК), выделенного из побочного продукта производства лимонной кислоты биомассы *Aspergillus niger* L-4 по технологии, разработанной в отделе питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию». Исследования проведены в научной лаборатории в рамках выполнения гранта Национальной академии наук Беларуси по теме «Исследование хитин-глюканового комплекса в качестве биосовместимого сорбента» с 01.04.2015 по 31.12.2015 г., а также в рамках задания 3.06 «Особенности получения и использования функциональных компонентов полисахаридной и белковой природы для создания продуктов лечебно-профилактического направления с оптимизированным составом и высокой биологической ценностью» ГПНИ «Качество и безопасность агропромышленного производства» на 2016-2020 гг. (подпрограмма 3 «Продовольственная безопасность») Исследования в области получения хитина и его производных из побочного продукта производства лимонной кислоты биомассы *Aspergillus niger* L-4 имеют важное практическое значение, однако, к сожалению, до настоящего времени в Беларуси не налажено промышленное производство хитина и хитозана грибного происхождения.

Выделенный нами в лабораторных условиях ХГК имеет непривлекательный внешний вид. Это объясняется наличием тёмного пигмента — меланина. Одним из важнейших показателей качества продукции, который в значительной степени влияет на потребительские предпочтения, является цвет. На практике цвет оценивается визуально, методом сравнения с цветом эталона. Оценка цвета проводится при экспертизе, идентификации товаров, разработке новых продуктов питания. Для некоторых товаров цвет может нормироваться действующими стандартами.

Международная колориметрическая система (МКО) предусматривает возможность выражения цвета тремя координатами цвета или двумя координатами цветности и светлотой. Координаты цвета, цветности и светлоты определяются расчетным путем на основе спектрофотометрических характеристик или с помощью цветоизмерительных приборов.

Из первого закона оптического смешения цветов следует, что любой цвет может быть выражен тремя линейно независимыми цветами, оптическое смешение которых обеспечивает получение конкретного цвета.

В качестве трех независимых цветов приняты следующие монохроматические излучения: красный R ($\lambda = 700$ нм), зеленый G ($\lambda = 546,1$ нм), синий B ($\lambda = 435,8$ нм). Эти излучения называются единичными цветами, и при их оптическом смешении получается белый цвет.

Для исследования цвета использовали спектроколориметрический метод оценки малых цветовых различий в равно-контрастной системе CIE $L^*a^*b^*$. Данный метод предназначен для определения координат цветности $a^* b^*$, светлоты L^* , насыщенности S, цветового тона R и общего цветового различия (ΔE), а также для оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе.

В 1976 г. Международная организация по стандартизации (ИСО) рекомендовала использовать для расчета общего цветового различия формулу CIE $L^*a^*b^*$ [6]. Формула цветового отли-

чия, или формула цветового различия, цветоразность, или цветовое расстояние (расстояние между цветами) — это математическое представление, позволяющее численно выразить различие между двумя цветами в колориметрии [7].

Одной из поставленных нами задач является модификация ХГК с целью использования его в пищевой промышленности. Для решения этой задачи был поставлен многофакторный эксперимент способом центрального композиционного ротатабельного равномер-планирования второго порядка с целью определения оптимальных показателей отбеливания выделенного ХГК. Т.к. полученный хитин-глюкановый комплекс можно добавлять в любые пищевые продукты, имеет смысл рассматривать вопрос об изменении цвета ХГК и подбора его по цветности к пищевым продуктам таким образом, чтобы цветоразность между продуктом и ХГК была наименьшей.

Цветовое расстояние между образцами, полученными в результате эксперимента, поставленного методом центрального композиционного ротатабельного равномер-планирования второго порядка, рассчитывали по формулам CIE dE 2000, рекомендованным Международным комитетом CIE (the International Commission on Illumination). Фотографирование образцов ХГК проводили с помощью фотоаппарата Panasonic Lumix DMC-FH25 16 MP (производитель Китай). Цветовые координаты RGB определяли программой Pixie, координаты цветового пространства $L^*a^*b^*$ получали конвертированием RGB в online Convert Rgb to Lab.

Результаты исследований и их обсуждение. Для получения ХГК различной окраски использовали обработку пероксидом водорода разной концентрации при разном времени выдерживания. После обработки пероксидом водорода при определённых условиях образцы ХГК высушивали, взвешивали, определяя массу выхода, измельчали на лабораторной мельнице и фотографировали камерой Lumix 16 Mpx. Фотографии обрабатывали с помощью компьютерной программы Pixie, которая определяет координаты цвета RGB. Далее конвертером координаты RGB переводили в координаты системы CIE $L^*a^*b^*$. Условия опытов в задаче оптимизации наименьшей цветоразности ХГК и продукта, в который его планируется добавлять, имеет следующий вид (табл.1).

Таблица 1. Условия опытов в задаче оптимизации

1	Факторы	x_1	x_2	x_3
2	Основной уровень (0)	20	60	10
3	Интервалы варьирования (1)	10	30	1,5
4	Верхний уровень (+1)	30	90	11,5
5	Нижний уровень (-1)	10	30	8,5
6	Звёздная точка (+ α)	36,82	110,46	12,52
7	Звёздная точка (- α)	3,18	9,54	7,48

В качестве основных факторов в задаче оптимизации были выбраны:

x_1 — концентрация пероксида водорода, %;

x_2 — время выдерживания хитинового полуфабриката в растворе перекиси водорода, мин;

x_3 — pH среды.

При выборе третьего фактора в задаче оптимизации процесса отбеливания необходимо было решить важную задачу: целесообразно ли отмывать ХГК до нейтральной реакции после выделения перед выдерживанием в растворе перекиси водорода? Как повлияет щелочная реакция на выход готового продукта?

Результирующим фактором была выбрана масса выхода готового продукта. Эксперимент показал, что не имеет смысла рассматривать каждый фактор задачи оптимизации в отдельности. Только совокупность факторов дает реальную картину изменения массы выхода готового

продукта. Зависимость массы выхода готового ХГК от концентрации перекиси водорода и времени выдерживания образца представлена на рис. 1.

Анализ представленной зависимости показывает, что максимальный выход ХГК после обработки перекисью водорода достигает 26%. Его можно получить при использовании перекиси водорода концентрацией не менее 30% и времени выдерживания не менее 60 минут. На графике четко видно, что зоны значений массовых долей выхода полученных образцов обрываются. Это значит, что получить ХГК с массовой долей выхода, например, 22% возможно при дальнейшем увеличении концентрации перекиси водорода более 40% и времени выдерживания больше 120 минут. Таким образом, представляется возможным получать ХГК различной степени очистки и цветовой окраски в пределах различного рабочего диапазона варьируемых факторов.

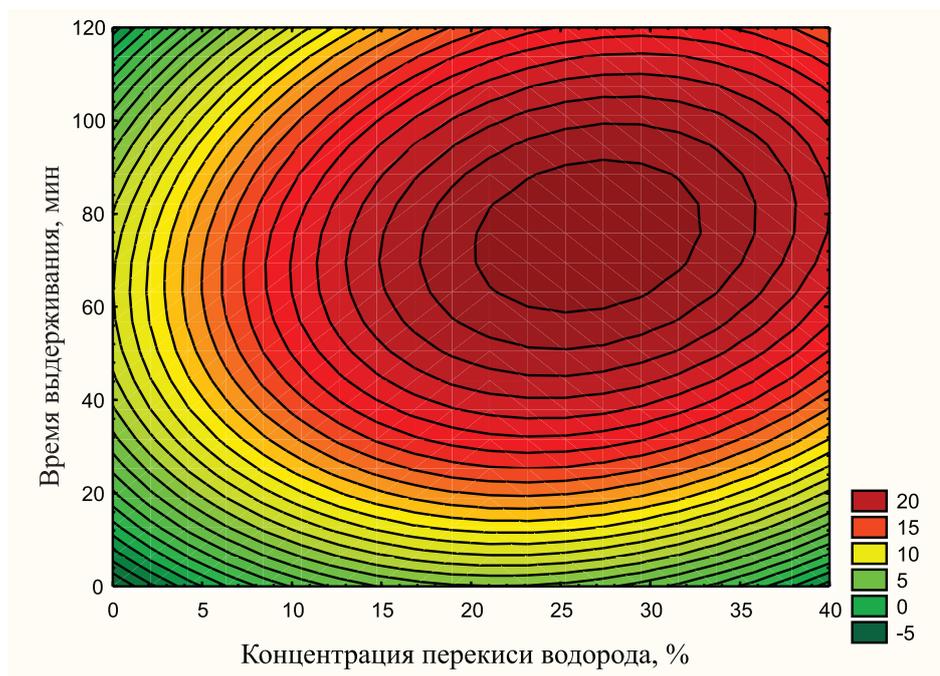


Рис. 1. Зависимость массы выхода готового ХГК от концентрации перекиси водорода и времени выдерживания образца

Анализируя влияние трех факторов на выход готового продукта, можно прийти к выводу, что максимальный выход 22-26% ХГК возможно получить, выдерживая образец в растворе перекиси водорода концентрацией не менее 30% в течение 60-120 минут и при любой реакции среды. Это значит, что для целесообразного ведения технологического процесса выделения ХГК имеет смысл не промывать ХГК до нейтральной реакции перед обработкой раствором пероксида водорода.

Определяя координаты CIE L*a*b* для любых пищевых продуктов, возможно подобрать такие параметры отбеливания ХГК, чтобы он максимально подходил для добавления в конкретный пищевой продукт, имея при этом привлекательный внешний вид и, практически, не отличаясь из самого продукта.

На рис. 2–5 представлены образцы ХГК при различных параметрах обработки.

Полученные образцы ХГК сравнивались с пищевыми продуктами: мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта, хлебом ржано-пшеничным, полендницей, сметаной, йогуртом, кукурузными хлопьями, сушеным базиликом, приправой для курицы.

Результаты вычисления цветоразности (ΔE) продуктов и полученных образцов ХГК представлены в табл. 2.



Рис. 2. Образец № 1



Рис. 3. Образец № 2



Рис. 4. Образец № 3



Рис. 5. Образец № 4

Таблица 2. Результаты вычисления цветоразности

№ п/п	ΔE						
	Мука пшеничная	Хлеб ржаной	Полендвица	Сметана	Йогурт	Базилик	Приправа для курицы
1	40,51	15,12	16,05	34,17	21,34	24,27	15,74
2	21,98	17,43	14,73	17,07	18,57	14,48	29,11
3	11,18	24,31	24,78	9,87	25,33	20,69	37,7
4	38,06	20,38	6,13	34,08	13,2	26,09	22,54

Наименьшие значения цветоразности между образцами продуктов и полученными образцами ХГК представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что для добавления к пшеничной хлебопекарной муке высшего сорта, сметане лучше всего подходит образец ХГК № 3, к ржаному хлебу, приправе для курицы — образец № 1, к поленднице, йогурту — образец № 4, к базилику — образец № 2.

Таким образом, для улучшения потребительских характеристик готового продукта, при выделении ХГК возникла необходимость проведения дополнительной стадии: отбеливание раствором пероксида водорода концентрацией не менее 30% в течение 60-120 минут. Установлено, что получать ХГК различной цветовой окраски возможно в пределах различного рабочего диапазона варьируемых факторов. Кроме того, анализ влияния третьего фактора задачи оптимиза-

ции по установлению параметров отбеливания ХГК, показал, что для целесообразного ведения технологического процесса выделения ХГК имеет смысл не промывать его до нейтральной реакции перед обработкой раствором пероксида водорода. Это позволяет сократить временные и производственные затраты.

Таблица 3. Минимальные значения цветоразности

Продукт	Наименьшая цветоразность	Наиболее подходящий ХГК
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	11,18	образец № 3
Хлеб ржаной	15,12	образец № 1
Полендвица	6,13	образец № 4
Сметана	9,87	образец № 3
Йогурт	13,2	образец № 4
Сушеный базилик	14,48	образец № 2
Приправа для курицы	15,74	образец № 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Хитозан / К. Г. Скрябин, С. Н. Михайлов, В. П. Варламов; под ред. К. Г. Скрябина, С. Н. Михайлова, В. П. Варламова — М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. — 593 с.
2. Скрябин, К. Г. Хитин и хитозан: Получение, свойства, применение / К. Г. Скрябин, Г. А. Вихорева, В. П. Варламов; под ред. К. Г. Скрябина. — М.: Наука, 2002. — 368 с.
3. Хитин-глюкановые комплексы (физико-химические свойства и молекулярные характеристики) : учеб. пособие / И. И. Осовская [и др.] ; отв. ред. Г. М. Полторацкий ; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. Гос. тех. ун-т раст. полим. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП, 2010. — 52 с.
4. Забелина, Н. А. Перспективы использования хитин-глюканового комплекса в производстве мясных продуктов / А. Н. Забелина // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. — 2008. — № 1. — С. 23–25.
5. Маслова, Г. В. Теоретические аспекты и технология получения хитина электрохимическим способом / Г. В. Маслова // Хитин. Хитозан. — 2010. — № 2. — С. 17 — 22.
6. Цветометрический метод контроля качества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new119.html>. — Дата доступа: 25.05.2015.
7. Формула цветового отличия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BE_%D0%BE%D1%82%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D1%8F. — Дата доступа: 25.07.2016.

Рукопись статьи поступила в редакцию 12.09.2016

A. T. Klishanets, T. P. Trotskaya, A. V. Patsekha

MODIFICATION OF COLOR COOR CHITIN-GLUCAN COMPLEX IN THE FORMATION OF ITS AESTHETIC CHARACTERISTICS

We have researched investigating the properties and composition of chitin-glucan complex, which had been isolated from the by-product of the production of citric acid *Aspergillus niger L-4* on our developed technology. The pigment melanin causes the dark color of chitin-glucan complex. Color is one of the most important characteristics of food products, which is largely influenced by consumer preferences. For the formation of the aesthetic characteristics of the chitin-glucan complex had been put multivariate experiment to determine the parameters of the bleaching of chitin-glucan complex and varying its color painting.