

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ АНТОЦИАНОВЫХ И КАРОТИНОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**В. М. Болотов, Е. В. Комарова, П. Н. Саввин**

*Кафедра «Химия и химическая технология органических соединений  
и переработки полимеров», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия;  
kafpp14@mail.ru*

**Ключевые слова:** антиоксидантная активность; антоцианы; каротиноиды; ликероводочные изделия; мармелад; природные пищевые красители; флавонолы; цветомерия.

**Аннотация:** Разработаны способы бескислотного экстрагирования антоциановых соединений 96%-м этиловым спиртом из цветочного и плодового сырья и последующее концентрирование экстракта, позволяющие получать природные красители с повышенной стабильностью окраски. Предложена технология получения гидрофилизированных каротиноидных соединений из корнеплодов моркови и плодов тыквы для производства спирто- и водорастворимых каротиноидных красителей, являющихся аналогами импортного красителя «Экстракт аннато» (Е 160b). Введение в рецептуру продуктов питания натуральных красителей не только окрашивает данные изделия, но и придает им витаминную и антиоксидантную активности. Технология получения композиционных красителей позволяет производить колоранты с расширенной цветовой палитрой.

---

### Введение

Цвет продуктов питания, их внешняя привлекательность – один из важнейших факторов оценки изделий, и поэтому современные технологии пищевых продуктов предусматривают применение пищевых красителей для окрашивания или восстановления цвета при изготовлении различных продуктов питания [1 – 3]. Пищевые красители классифицируют на натуральные и синтетические [2].

Большинство вырабатываемых промышленностью синтетических красителей имеют строение молекул красящих веществ с неидентичной структурой природных соединений (азокрасители, триарилметановые, хинолиновые, индигоидные, ксантеновые) и отличаются от натуральных красителей стойкостью цвета, большим разнообразием ассортимента и постоянством окраски, низкой стоимостью и широкой сырьевой базой. Однако организм человека недостаточно подготовлен для их метаболизма, слабо изучено и влияние продуктов распада красящих соединений на биохимические процессы человеческого организма [2].

Следует иметь в виду, что многие синтетические красители, применяемые сейчас в пищевой промышленности, синтезировались не для продуктов питания, а для окраски тканей и других изделий, химического анализа некоторых катионов металлов. Например, широко применяемый для окраски продуктов питания

в желтый цвет азокраситель «тартразин» (E102) разрабатывался для анализа катионов серебра в водном растворе и поэтому содержит в своем составе «пиридиновый азот», обладающий комплексообразующими свойствами [4]. Присутствие в молекуле «тартразина» атома азота с электронодонорными свойствами приводит к возможности образования комплексов с катионами металлов микроэлементов (кобальта, меди, цинка, магния и др.) в нейтральной или слабощелочной среде, что нарушает в организме человека биохимические процессы, особенно у детей и пожилых людей.

Из литературы известно, что некоторые пищевые красители (E102, E104, E127, E131, E132, E151) разрушают L-аскорбиновую кислоту (витамин С), отдельные красители (например, E123) являются потенциально опасными, поэтому в Российской Федерации разрешены к применению не все красители, производимые в США и странах ЕС [1, 2].

В настоящее время для получения качественных продуктов питания производитель все в большей степени применяет натуральные пищевые красители, многие из которых обладают не только красящими, но и антиоксидантными и другими полезными для человека свойствами биологически активных соединений [2].

Из натуральных пищевых красителей для окраски продуктов питания в красный цвет используют кошениловые (E120), антоциановые (E163) и бетаниновые (E162) красящие вещества; желтый цвет – каротиноидные жирорастворимые и водорастворимые соединения (E160) и некоторые другие красители [2].

Флавоноидные (флавоноловые и антоциановые) соединения обладают капилляроукрепляющим действием на стенки кровеносных сосудов (витамин Р), а также антиоксидантной активностью, блокируя реакции радикального окисления кислородом воздуха в организме человека.

Каротиноидные вещества обладают также антиоксидантными свойствами, способствуют регенерации кожных тканей, а  $\alpha$ - и  $\beta$ -каротин являются провитаминами А. При использовании каротиноидных красителей необходимо учитывать, что большинство экстрактов натуральных красителей содержит в своем составе гидрофобные красящие вещества (экстракты каротинов – E160a, маслосмолы паприки – E160c и др.), поэтому могут применяться для окраски только жиросодержащих продуктов питания. Для окраски водосодержащих продуктов может использоваться «Экстракт аннато» (E160b), содержащий в качестве красящего вещества гидрофильный норбиксин, выделяемый из оболочки семян культивируемого в тропических странах орлеанового дерева – *Bixa orellana* L.

В России широко распространено каротиноидсодержащее сырье, имеющее в своем составе в основном только гидрофобные молекулы каротиноидов –  $\beta$ -каротин (корнеплоды моркови посевной – *Daucus Sativus Roehl*, плоды тыквы – *Cucurbita pepo* L.) и поэтому такие соединения экстрагируют пищевыми растительными маслами и используют для окраски только жиросодержащих продуктов питания.

Разработанные способы получения водорастворимых форм  $\beta$ -каротина предполагают получение комплекса синтетического и микробиологического  $\beta$ -каротина с  $\beta$ -циклодекстрином («Циклокар») или растворов гомогенизированного каротина в присутствии эмульгирующего и диспергирующего агента Твин-80 (E433), неразрешенного в Германии к применению в качестве пищевой добавки. В России применение такой добавки длительное время не разрешалось, но с 1996 г. – разрешено [1].

*Цель проводимых исследований* – совершенствование технологий производства и применения пищевых красителей из растительного сырья для получения не только качественных продуктов питания, но и изделий повышенной биологической ценности.

## Экспериментальная часть

Красители получали экстрагированием этиловым спиртом (с объемной долей этанола 96 %) красящих веществ из соответствующего растительного сырья при температуре не более 70 °С с последующим концентрированием экстракта путем отгонки растворителя под вакуумом при нагревании [5, 6].

В качестве антоцианосодержащего сырья использовали выжимки ягод черноплодной рябины (*Aronia melanocarpa*), черники (*Vaccinium myrtillus*), черной смородины (*Ribes nigrum*), винограда сорта Изабелла (*Vitis labrusca V. vinifera*), лепестков цветов «Суданской розы» (*Hibiscus Sabdariffa L.*), красной розы (*Rosa biferia*) и красной гвоздики (*Dianthus caryophyll L.*).

Для получения спирто- и водорастворимых каротиноидных красителей исходное каротиноидсодержащее растительное сырье – корнеплоды моркови красной посевной и плоды тыквы, вначале подвергали специальной градиентно-термической обработке, а затем красящие вещества экстрагировали 96%-м этанолом. Образовавшийся экстракт концентрировали отгонкой спирта при нагревании [7].

При получении смесевых красителей смешивали антоцианосодержащее и термообработанное каротиноидное растительное сырье в необходимом весовом соотношении, экстрагировали красящие вещества 96%-м этанолом при нагревании и определенной длительности процесса, а затем экстракт красителя концентрировали отгонкой растворителя [8].

Содержание красящих и сухих веществ в экстрактах красителей определяли по стандартным методикам [2].

Спектральные характеристики красителей изучали, записывая электронные спектры поглощения колорантов в области 360...600 нм на спектрофотометре СФ-56. Хроматографический анализ состава красителей проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе «Милихром-4» в режиме нормально- или обращенно-фазовой хроматографии в разработанных условиях [2].

Цветометрические характеристики красителей и окрашенных продуктов питания изучали с использованием компьютера и планшетного сканера по разработанной методике [3]. Получаемые изображения окрашенных изделий подвергали компьютерной обработке в режиме RGB. При этом считали, что значение каждого цветового компонента измеряется от 0 до 255 условных единиц.

Модельный белый цвет оценивали как сумму красной (R), зеленой (G) и голубой (B) компонентов [3]:

–  $CW = 255R + 255G + 255B$  – модельный белый цвет;

–  $CR = 255R + 0G + 0B$  – модельный красный цвет;

–  $CY = 255R + 255G + 0B$  – модельный желтый цвет.

Нормированные показатели цвета экстрактов оценивали соотношениями [3]:

– нормированный красный  $r = R/(R + G + B)$ ;

– нормированный зеленый  $g = G/(R + G + B)$ ;

– нормированный синий  $b = B/(R + G + B)$ .

Измерения антиоксидантной активности (АОА) проводили на анализаторе «Цвет Яуза-01-АА». В качестве стандартного вещества использовали кверцетин [9].

## Результаты и их обсуждение

Предложенная технология бескислотного экстрагирования полифенольных антоциановых и флавоноидных соединений 96%-м этиловым спиртом из цветочного и плодового антоцианосодержащего сырья позволяет выделять антоцианы из растительного сырья не только в полярной красной форме, но и в виде бесцветной неполярной карбинольной формы, находящейся в биосистеме растений

в таутомерном равновесии с катионной красной формой антоциана [2]. Последующее подкисление экстракта увеличивает содержание красной катионной формы, что позволяет повысить эффективность получения антоциановых красителей (Е163). Замена более полярного экстрагента (подкисленной воды) на менее полярный (96%-й этанол) изменяет и содержание сопутствующих экстрагируемых соединений в составе экстрагента, увеличивая долю менее полярных флавоноидов и уменьшая концентрацию полярных гидрофильных углеводов, продуктов их распада, а также других высокополярных соединений с повышенной химической активностью.

Концентраты спиртовых экстрактов флавоноидных соединений имеют повышенные сроки хранения по сравнению с концентратами водных экстрактов из-за большей стабильности красящих веществ в этих условиях и исключения бактериальных процессов.

Хроматографический анализ водноэтанольных экстрактов выжимок ягод черноплодной рябины с использованием метода ВЭЖХ показал, что флавоноидные соединения присутствуют в виде антоциандигликозидов (25 %), антоцианмоногликозидов (35 %), антоциан-агликонов (2 %) и флавонолгликозида – рутина (15 %). Наряду с флавоноидами в составе водноэтанольных экстрактов присутствуют и каротиноиды, содержание которых повышается с увеличением доли этанола в составе экстрагента.

Концентрат черноплоднорябинового красителя представляет собой вязкую жидкость темно-красного цвета с содержанием красящих веществ не менее 40 г/кг. Содержание сухих и красящих веществ в составе экстракта красителя можно регулировать на стадии концентрирования. Стабильность окраски экстрактов антоциановых красителей зависит от химического строения и реакционной способности молекулы антоциана. Экстракт лепестков розы менее стабилен по сравнению с экстрактом лепестков гвоздики из-за большей химической активности антоцианов розы, содержащих большее количество фенольных гидроксиллов.

Исследования показывают, что концентраты антоциановых экстрактов (при одинаковой степени концентрирования) разных видов растительного сырья обладают неодинаковым содержанием антоцианов в растворе из-за их различного содержания в сырье, а поэтому имеют различную биологическую и антиоксидантную активность. Чем больше флавоноидов в составе красителя, тем большей биологической и антиоксидантной активностью он обладает.

Оценку содержания антоциановых соединений в составе красителя, полученного бескислотным способом, можно провести методом тонкослойной хроматографии с использованием пластин марки Silufol и системой растворителей «*n*-амиловый спирт – уксусная кислота – вода» по разработанному способу [10].

Включение в рецептуру напитков и кондитерских изделий антоцианов вместо синтетических азокрасителей позволяет не только окрасить, но и повысить биологическую и антиоксидантную активности вырабатываемой продукции.

В лимонадный напиток «Василёк» антоциановые красители вводили в количестве 0,1...0,2 г концентрата на 100 мл напитка, что придавало различные оттенки красного цвета. Окраска напитков, придаваемая различными антоциановыми красителями, достаточно стабильна в течение 30 суток хранения (табл.1).

В производстве мармелада проведены исследования по возможности применения антоциановых красителей, получаемых из выжимок ягод черники, черной смородины и винограда сорта Изабелла. При проведении исследований дозировки красителей составляли: для черничного – 0,1...1,5 г/кг готового мармелада; черносмородинового – 0,25...2 г/кг; виноградного – 1...7 г/кг.

Цветометрический RGB-анализ образцов красителей указывает, что с увеличением дозировки красителя возрастает доля красной R-компоненты цвета мармелада.

Таблица 1

**Сохранность окраски (%) напитка «Василёк» от длительности хранения  
(сутки) (дозировка красителя 0,2 г на 100 мл напитка)**

Название антоцианового красителя	Длительность хранения, сутки						
	0	5	10	15	20	25	30
«Суданская роза»	100	100		97	92	84	75
Черноплодная рябина				98	95	90	85
Черная смородина		94	88	84	80	78	76

Контроль окраски мармелада в течение трех месяцев хранения показывает снижение R-компоненты на 5 – 15 % и возрастание зеленой G- и голубой B-компонентов соответственно на 2 – 12 и 1 – 7 %. Интенсивность красной окраски снижается до 40 % для мармелада с черничным красителем; 30 – 50 % – черносмородиновым и до 50 % – виноградным. Падение цветности мармелада с синтетическим красителем в течение такого же времени составляет 15 – 20 %.

Результаты исследований АОА мармелада с различными антоциановыми красителями представлены в табл. 2. Анализ представленных экспериментальных данных показывает, что использование в качестве пищевых красителей концентратов экстрактов выжимок изученных ягод позволяет повысить АОА мармелада в 2-3 раза относительно неокрашенного (контрольного) образца. Мармелад, окрашенный синтетическим азокрасителем кармузином (E122), обладает АОА, превышающей данный показатель в образце мармелада без красителя.

Вырабатываемые из корнеплодов моркови посевной и плодов тыквы по разработанной технологии каротиноидные красители с повышенными спирто- и водорастворимыми свойствами по многим характеристикам являются аналогами импортного каротиноидного красителя «экстракт аннато» (E160b) с содержанием красящих веществ в пересчете на каротин 1,0...1,2 г/кг, сухих веществ 5,0 – 6,0 % [2].

Таблица 2

**Антиоксидантная активность мармелада  
с различными антоциановыми красителями (стандарт – рутин)**

Наименование красителя	Дозировка, г/кг	Суммарная АОА, мг/100 г				Относительное изменение, %
		Срок хранения, месяцы				
		0	1	2	3	
Контроль (без красителя)	–	2,78	2,59	2,10	2,06	26,0
Черничный красный	0,25	4,28	3,15	2,23	2,20	18,3
	1,00	6,86	5,89	5,60	5,60	18,3
Черносмородиновый красный	0,50	4,37	3,34	2,80	2,41	44,9
	1,00	4,62	3,64	3,20	2,68	42,0
Виноградный			3,96	3,13	2,20	2,16
Кармуазин	0,015	2,72	1,73	1,00	0,95	64,8

Гидрофилизация углеводородных каротиноидов (в основном  $\beta$ -каротина) происходит в условиях градиентно-ступенчатой термообработки биосистемы растительного сырья в присутствии кислорода воздуха и введения в состав молекул каротина полярных гидроксильных групп, частичного гидролиза полисахаридов с последующим образованием ассоциатов (комплексов) каротиноидных соединений различной полярности с олигомерами углеводов. Экстрагирование гидрофилизированных каротиноидов 96%-м этанолом приводит к образованию экстракта с содержанием  $\beta$ -каротина не менее 60 %, ксантофиллов и фитоксантинов  $C_{40}H_{56}O - C_{40}H_{56}O_4$  20 – 40 % в зависимости от условий и длительности процесса гидрофилизации [2].

Концентраты этанольных экстрактов гидрофилизированных каротиноидных красителей использовали для приготовления ликероводочных изделий с заменой синтетического пищевого красителя «тартразина». Аперитив «Яблочко» окрашивали концентратами этанольных экстрактов гидрофилизированных каротиноидных красителей в желтый цвет из расчета 2,0 кг красителя на 4500 л яблочно-спиртованного сока, настойку горькую «Лимонная» в светло-желтый цвет – добавлением 1,5 кг красителя к 340 л ароматного спирта лимонной корки. Анализ сохранности цвета полученных продуктов с использованием спектрофотометрического метода показал стабильность окраски в течение 60 суток.

Разработанная технология смесевых (композиционных) каротиноидно-антоциановых красителей позволяет расширить цветовую гамму пищевых природных колорантов и получать окрашенные продукты питания с различными желто-красными оттенками и одновременным содержанием антоцианов и каротиноидов.

Результаты хроматографических и спектрофотометрических исследований показывают, что в композиционных красителях содержатся каротиноиды, антоцианы и флавонолы в различных соотношениях. Каротиноиды ассоциированы с антоцианами и флавонолами со смещением электронных спектров поглощения спиртовых растворов.

При цветометрическом анализе образцов красителей, полученных при совместном экстрагировании каротиноидного и антоцианового сырья в различном весовом соотношении, выявлено высокое содержание красной R-компоненты, при низких значениях зеленой G- и голубой B-компонентов.

Из полученных цветометрических характеристик этанольного экстракта из композиционной смеси антоциан – каротиноид (АЦ – КР) различного состава (табл. 3) следует, что раствор красящих соединений при соотношении АЦ : КР = 1 : 1 имеет красный цвет ( $R > 0, G = 0, B = 0$ ) различной интенсивности из-за большей концентрации антоцианов. Увеличение доли каротиноидного сырья в составе композиции повышает концентрацию в растворе гидрофилизированных каротиноидов желтого цвета, что и приводит к изменению R- и G-компонентов красителя.

Таблица 3

**Изменения R- и G-компонентов цветовой окраски (R/G) этанольного экстракта из композиционного антоциан-каротиноидного (АЦ – КР) растительного сырья при различных весовых соотношениях компонентов от времени экстрагирования**

Весовое соотношение АЦ : КР	Время экстрагирования, мин			
	45	60	75	90
1 : 1	130/0	100/0	60/0	40/0
1 : 2	130/0	150/0	190/30	240/60
1 : 3	120/150	130/130	130/60	140/50



Изменение нормированных  $rgb$ -цветовых показателей экстрактов из композиционного сырья в соотношении АЦ : КР = 1 : 1 показывает, что с увеличением времени хранения происходит смещение окраски от красного до желтого цвета (уменьшение  $r$  и увеличение  $g$ ) из-за меньшей химической стабильности красной катионной формы антоцианов при хранения и большей – каротиноидов (табл. 4).

Композиционные каротиноидно-антоциановые красители обладают АОА и их введение в напитки позволяет окрасить изделие и повысить антиоксидантную активность (табл. 5).

Таблица 4

**Изменения нормированных  $rgb$ -цветовых характеристик этанольного экстракта из композиционного антоциан-каротиноидного красителя при весовом соотношении компонентов сырья 1 : 1 от длительности хранения**

Нормированные цветовые характеристики, %	Длительность хранения, сутки									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
$r$	80	75	70	65	58	55	50	45		
$g$	15	16	25	26	28	32	35	38		
$b$	8				10					

Таблица 5

**Антиоксидантная активность напитков**

Наименование	Значения АОА, мг/дм <sup>3</sup>
Аперитив «Летнее настроение»	13,8 / 8,3
Бальзам «Лесная сказка»	68 / 51,5

Примечание. Числитель – с красителем, знаменатель – без красителя.

**Выводы**

Выполненные исследования показывают, что полученные бескислотным способом из различного растительного сырья концентраты спиртовых экстрактов антоциановых красителей содержат в своем составе антоцианы и флавонолы различной степени гликозидирования и обуславливают  $P$ -витаминную активность вырабатываемых по этой технологии красителей. Добавление концентратов антоциановых экстрактов в напитки и мармелад придает не только красный цвет данным продуктам питания, но и  $P$ -витаминную и антиоксидантную активности, повышающие биологическую значимость пищевых изделий.

Разработанная технология получения гидрофилизированных каротиноидных красителей из корнеплодов моркови посевной и плодов тыквы позволяет получать красящие вещества с повышенными спирто- и водорастворимыми свойствами для окрашивания различных ликероводочных изделий. Полученные напитки обогащены провитамином А и обладают антиоксидантными свойствами, что повышает их пищевую ценность.

Полученные из смесей термообработанного каротиноидного и антоцианового сырья различного состава концентраты спиртовых экстрактов обладают различной цветовой гаммой окраски и могут использоваться для обогащения ликеро-

водочных изделий биологически активными веществами и придания им антиоксидантных свойств.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают необходимость замены синтетических пищевых красителей (особенно с неидентично-природной структурой) на натуральные для получения не только качественных продуктов питания, но и продуктов функционального назначения.

### *Список литературы*

1. Булгакова А. С. Пищевые добавки. Справочник / А. С. Булгакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ДеЛи принт, 2001. – 436 с.
2. Болотов, В. М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова. – СПб. : ГИОРД, 2008. – 240 с.
3. Байдичева, О. В. Цветометрия – новый метод контроля качества пищевой продукции / О. В. Байдичева, В. В. Хрипушин, Л. В. Рудакова, О. Б. Рудаков // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 20 – 22.
4. Химические реактивы и препараты (справочник) / под ред. В. И. Кузнецова. – М.-Л. : Гос. науч.-техн. изд.-во хим. лит-ры, 1953. – 662 с.
5. Пат. 2220172 Российская Федерация, МПК С09В 61/00 (2000.01). Способ получения антоцианового красителя из цветочного сырья / Один А. П., Хайрутдинова А. Д., Болотов В. М. ; заявитель и патентообладатель ГОУ «Воронежская государственная технологическая академия». – № 2002119475/13; заявл. 17.07.2002; опубл. 27.12.2003. Бюл. № 36.
6. Пат. 2228344 Российская Федерация, МПК С09В 61/00 (2000.01). Способ получения антоцианового красителя из плодового сырья / Один А. П., Хайрутдинова А. Д., Болотов В. М. ; заявитель и патентообладатель ГОУ «Воронежская государственная технологическая академия». – № 2002131129/13, заявл. 19.11.2002; опубл. 10.05.2004. Бюл. № 13.
7. Пат. 2221829 Российская Федерация, МПК С09В 61/00 (2000.01). Способ получения спирто-водорастворимого каротиноидного красителя из растительного сырья / Перикова Л. И., Болотов В. М., Рудаков О. Б. ; заявитель и патентообладатель ГОУ «Воронежская государственная технологическая академия». – № 2002119910/13; заявл. 22.07.2002; опубл. 20.01.2004. Бюл. № 2.
8. Пат. 2516637 Российская Федерация, МПК С09В 61/00 (2006.01). Способ получения натурального смесового каротиноидно-антоцианового красителя / Болотов В. М., Шичкина Е. С., Комарова Е. В., Саввин П. Н. ; ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ФГБОУ ВПО «ВГУИТ»). – № 2012144747/05 ; заявл. 22.10.2012; опубл. 20.05.2014. Бюл. № 14.
9. Яшин, А. Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах / А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 28 – 30.
10. Пат. 2306557 Российская Федерация, МПК G01N 30/90 (2006.01) ; С09В 61/00 (2006.01). Способ оценки качества антоцианового красителя, полученного бескислотным способом / Селеменев В. Ф., Ломова Т. С., Болотов В. М., Рудаков О. Б., Назарова А. А. ; ГОУ ВПО «Воронежская государственная технологическая академия» (ГОУ ВПО ВГТА), ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет» (ГОУ ВПО ВГУ). – № 2006121294/28; заявл. 15.06.2006; опубл. 20.09.2007. Бюл. № 26.



# The Preparation Technology, Properties and Application of Food Dyes Based on Natural Anthocyanin and Carotenoid Compounds

V. M. Bolotov, E. V. Komarova, P. N. Savvin

*Department of Chemistry and Chemical Technology of Organic Compounds and Polymer Processing, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia; kaftpp14@mail.ru*

**Keywords:** natural food colorants; anthocyanins; flavonols; carotenoids; colorimetry; antioxidant activity; marmalade; liqueur-vodka products.

**Abstract:** The developed methods of acid-free extraction of anthocyanin compounds using 96 % ethyl alcohol from flower and fruit raw materials and subsequent concentration of the extract allow producing natural dyes with increased color stability. The proposed technology for the production of hydrophilic carotenoid compounds from the roots of carrots and pumpkin fruits is used to produce alcohol-water-soluble carotenoid dyes, which are analogues of the imported “Annato Extract” dye (E160b). The introduction of natural dyes into the formulation of food products allows not only dyeing these products, but also giving them vitamin and antioxidant activities. The technology of production of composite dyes prepares colorants with an expanded color palette.

## References

1. Bulgakova A.S. *Pishchevye dobavki. Spravochnik* [Nutritional supplements. Directory], Moscow: DeLi print, 2001, 436 p. (In Russ.)
2. Bolotov V.M., Nechaev A.P., Sarafanova L.A. *Pishchevye krasiteli: klassifikatsiya, svoystva, analiz, primeneniye* [Food colors: classification, properties, analysis, application], St.Peterburg: GIOR, 2008, 240 p. (In Russ.)
3. Baidicheva O.V., Khripushin V.V., Rudakova L.V., Rudakov O.B. [Tsvetometriya – a new method of food quality control], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2008, no. 5, pp. 20-22. (In Russ.)
4. Kuznetsov V.I. (Ed.). *Khimicheskie reaktivy i preparaty (spravochnik)* [Chemical Reagents and Preparations (reference book)], Moscow.-Leningrad: Gos. nauch.-tekh. izd.-vo khim. lit-ry, 1953, 662 p. (In Russ.)
5. Odin A.P., Khairutdinova A.D., Bolotov V.M. *Sposob polucheniya antotsianovogo krasitelya iz tsvetochnogo syr'ya* [Method for the production of anthocyanin dye from floral raw materials], Russian Federation, 2003. Pat. 2220172
6. Odin A.P., Khairutdinova A.D., Bolotov V.M. *Sposob polucheniya antotsianovogo krasitelya iz plodovogo syr'ya* [Method for the production of anthocyanin dye from fruit raw materials], Russian Federation, 2004. Pat. 2228344. (In Russ.)
7. Perikova L.I., Bolotov V.M., Rudakov O.B. *Sposob polucheniya spirtovodorastvorimogo karotinoidnogo krasitelya iz rastitel'nogo syr'ya* [Method for obtaining an alcohol-water-soluble carotenoid dye from plant material], 2004. Pat. 2221829. (In Russ.)
8. Bolotov V.M., Shichkina E.S., Komarova E.V., Savvin P.N. *Sposob polucheniya natural'nogo smesevogo karotinoidno-antotsianovogo krasitelya* [A method for producing a natural mixture carotenoid-anthocyanin dye], 2014, Russian Federation, Pat. 2516637. (In Russ.)
9. Yashin A.Ya., Chernousova N.I. [Determination of the content of natural antioxidants in food and dietary supplements], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2007, no. 5, pp. 28-30. (In Russ.)

10. Selemenev V.F., Lomova T.S., Bolotov V.M., Rudakov O.B., Nazarova A.A. *Sposob otsenki kachestva antotsianovogo krasitelya, poluchennogo beskislotnym sposobom* [A method for assessing the quality of an anthocyanin dye obtained by an acid-free method], 2007, Russian Federation, Pat. 2306557. (In Russ.)

---

### **Technologie der Erzeugung, Eigenschaften und Anwendung der Lebensmittelfarbstoffe auf der Basis der natürlichen Anthocyan- und Carotinoidverbindungen**

**Zusammenfassung:** Entwickelt sind die Verfahren der säurefreien Extraktion der Anthocyan-Verbindungen mit 96%-m Äthylalkohol aus dem Blumen- und Fruchtrohstoff und die nachfolgende Konzentrierung des Extrakts, die es ermöglicht, die natürlichen Farbstoffe mit der erhöhten Stabilität der Färbung zu bekommen. Vorgeschlagen ist die Technologie der Herstellung der hydrophilen Carotinoidverbindungen aus den Hackfrüchten der Möhre und den Früchten des Kürbisses für die Produktion der alkohol- und wasserlöslichen Carotinoid-Farbstoffe, die die Analoga des importierten Farbstoffes „Annatto-Extrakt“ (E160b) sind. Die Einführung in die Rezeptur der Lebensmittel der natürlichen Farbstoffe färbt nicht nur die gegebenen Erzeugnisse, sondern gibt ihnen auch eine antioxidative und Vitaminwirkung. Die Technologie der Herstellung von Verbundpigmenten ermöglicht die Erzeugung der Färbemittel mit einer erweiterten Farbpalette.

---

### **Technologie de l'obtention, propriétés et application des colorants alimentaires à base des composés naturels d'anthocyanes et de caroténoïdes**

**Résumé:** Sont conçus les moyens de l'extraction des composés d'anthocyanes par l'alcool éthylique de 96 % à partir des matières premières des fleurs et des fruitiers et la concentration ultérieure de l'extrait permettant d'obtenir des colorants naturels avec la plus grande stabilité de la coloration. Est proposée la technologie de l'obtention des composés de caroténoïdes à partir des racines des carottes et des citrouilles pour la production des colorants de caroténoïdes à la base de l'alcool solubles dans l'eau qui sont des analogues du colorant importé "Extrait annato" (E160b). L'introduction à la recette des aliments des colorants naturels permet non seulement de colorer ces produits, mais de leur donner de l'activité de vitamines et celle anti-oxydante. La technologie de l'obtention de colorants composites permet d'obtenir des colorants avec la palette de couleurs plus extensive.

---

**Авторы:** *Болотов Владимир Михайлович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Химия и химическая технология органических соединений и переработки полимеров»; *Комарова Елена Владимировна* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Химия и химическая технология органических соединений и переработки полимеров»; *Саввин Павел Николаевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Химия и химическая технология органических соединений и переработки полимеров», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»; г. Воронеж, Россия.

**Рецензент:** *Шихалиев Хидмед Сафарович* – доктор химических наук, профессор, завудующий кафедрой органической химии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия.