

Исследование влияния пыльцевых зерен на цвет меда из цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall.

О. В. Голуб*, Г. П. Чекрыга, О. К. Мотовилов



Сибирский федеральный научный центр

Дата поступления в редакцию: 17.09.2020
Дата принятия в печать: 25.12.2020

агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия

*e-mail: golubiza@rambler.ru



© О. В. Голуб, Г. П. Чекрыга, О. К. Мотовилов, 2020

Аннотация.

Введение. Производство меда натурального поли- и монофлорного в 2019 г. в Сибирском Федеральном округе составляло 8464,06 т за счет Алтайского (45,37 %) и Красноярского (7,8 %) краев, Омской (7,0 %) и Новосибирской (6,3 %) областей. Цвет меда представляет собой одну из основных идентифицирующих характеристик продукции, формирующихся за счет химического состава пыльцевых зерен медоносных растений. Следовательно, исследование цвета меда из нектара цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall. является актуальным.

Объекты и методы исследования. Образцы меда, произведенные из нектара преимущественно цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall., центрифугированные, свежееоткачанные, полученные в 2018 г. на территории Алтайского края. В работе применяли общепринятые и стандартные методы. Оригинальный способ определения доминирующих пыльцевых зерен, основанный на сохранении их морфологических особенностей, не изменяет их пространственного расположения, что позволяет определить их истинное содержание в медах.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что на формирование цвета меда оказывают влияние пыльцевые зерна медоносных растений (образцы): первый – *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (84,89 %) > *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. (1,0 %) > *Convolvulus arvensis* L. (0,97 %) > *Origanum vulgare* (L.) (0,97 %) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (11,20 %); второй – *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (49,24 %) > *Dracocephalum nutans* L. (7,58 %) > *Trifolium pratense* L. (9,09 %) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (18,18 %) > *Sonchus arvensis* L. (2,07 %); третий – *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (54,05 %) > *Helianthus annuus* L. (14,87 %) > *Linaria vulgaris* Mill. (2,70 %) > *Arctium tomentosum* Mill. (4,05 %) > *Trifolium repens* L. (8,47 %) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (10,81 %). Установлено, что в формировании цвета и повышенной пищевой ценности участвуют флавоноидные соединения (лейкоантоцианы, катехины, флавонолы и пр.) пыльцевых зерен *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. и *Helianthus annuus* L., содержание которых составляет 5,2, 3,1 и 2,8 % соответственно, а также каротиноиды *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. и *Origanum vulgare* (L.), содержание которых составляет 50,0, 37,3 и 28,7 мг/кг соответственно.

Выводы. Цвет меда с юга Сибирского федерального округа, производимого медоносными пчелами из нектара цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall., является одним из основных органолептических признаков, которые необходимы при установлении тождественности продукции ботаническому происхождению. Второстепенные пыльцевые зерна медоносных растений, содержащие флавоноидные соединения и каротиноиды, придают различные оттенки основному цвету меда.

Ключевые слова. Мед, *Melilotus* Mill., пыльца, цвет, идентификация, флавоноиды соединения, каротиноиды

Для цитирования: Голуб, О. В. Исследование влияния пыльцевых зерен на цвет меда из цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall. / О. В. Голуб, Г. П. Чекрыга, О. К. Мотовилов // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 4. – С. 660–669. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-660-669>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Effect of Pollen Grains on the color of Honey from *Melilotus officinalis* (L.) Pall.

Olga V. Golub*, Galina P. Chekryga, Oleg K. Motovilov

Siberian Federal Scientific Center of
Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia

Received: September 17, 2020
Accepted: December 25, 2020

*e-mail: golubiza@rambler.ru



© O.V. Golub, G.P. Chekryga, O.K. Motovilov, 2020

Abstract.

Introduction. According to the Federal State Statistics Service, the Siberian Federal district produced 8,464.06 tons of natural poly- and monofloral honey in 2019. The share of the Altai region was 45.37%, Krasnoyarsk region – 7.8%, regions, Omsk – 7.0%, and Novosibirsk – 6.3%. The color of honey is one of the main identifying characteristics of products. It largely depends on the chemical composition of pollen grains of honey plants. Therefore, it is relevant to study the color of honey from the nectar of *Melilotus officinalis* (L.) Pall.

Study objects and methods. The research featured honey samples produced from the nectar of *Melilotus officinalis* (L.) flowers. The honey was centrifuged and pumped in 2018 on the territory of the Altai region. The research involved standard methods, as well as an authentic method for determining the dominant pollen grains. The method was based on preserving the morphological features of pollen grains and did not change their spatial location, thus making it possible to determine their real content in honey.

Results and discussion. The honey color was affected by pollen grains of honey-bearing plants: 1) *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (84.89%) > *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. (1.0%) > *Convolvulus arvensis* L. (0.97%) > *Origanum vulgare* (L.) (0.97%) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (11.20%); 2) *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (49.24%) > *Dracocephalum nutans* L. (7.58%) > *Trifolium pratense* L. (9.09%) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (18.18%) > *Sonchus arvensis* L. (2.07%); 3) *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (54.05%) > *Helianthus annuus* L. (14.87%) > *Linaria vulgaris* Mill. (2.70%) > *Arctium tomentosum* Mill. (4.05%) > *Trifolium repens* L. (8.47%) > *Brassicaceae* Burnett, nom. cons. (10.81%). Color and nutritional value depended mostly on two factors. The first factor was represented by flavonoid compounds (leucoanthocyanins, catechins, flavonols, etc.) of pollen grains of *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Brassicaceae* Burnett, nom. cons., and *Helianthus annuus* L. Their contents were 5.2, 3.1, and 2.8%, respectively. The other factor involved carotenoids – *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. and *Origanum vulgare* (L.). Their contents were 50.0, 37.3, and 28.7 mg/kg, respectively.

Conclusion. The research featured honey from the flowers of *Melilotus officinalis* (L.) Pall. obtained from the South of the Siberian Federal District. Its color proved to be one of the main sensory properties necessary for establishing the botanical profile of the plants. The color depended on the secondary pollen grains of honey plants, containing flavonoid compounds and carotenoids.

Keywords. Honey, *Melilotus* Miil., pollen, color, identification, flavonoid compositions, carotinoids

For citation: Golub OV, Chekryga GP, Motovilov OK. Effect of Pollen Grains on the color of Honey from *Melilotus officinalis* (L.) Pall. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(4):660–669. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-660-669>.

Введение

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики производство меда на территории Российской Федерации в последние пять лет снижается: с 67119,15 т в 2015 г. до 63526,33 т в 2019 г. Доля Сибирского федерального округа в объеме производства составляет не менее 13,0 % за счет продукции Алтайского края (не менее 45 %).

Согласно ГОСТ 25629-2014 «Пчеловодство. Термины и определения» мед натуральный представляет собой природный сладкий продукт питания, производимый пчелами из нектара растений. Мед – это сложная смесь питательных и биологически активных соединений (углеводов, ферментов, аминокислот и пр.), которые обуславливают его высокую пищевую, органолептическую и физиологическую ценности [1, 2]. Например, польскими учеными исследованы факторы, ответственные за биоактивность гречишного меда. Установлено, что антибактериальная активность достоверно коррелирует с антиоксидантной активностью и фенольными соединениями (кверцетин, рутин, хлорогеновая кислота и кофейная кислота) [3].

Качество меда изменчиво и зависит от его ботанического происхождения, сезонных и климатических условий, режимов хранения и прочего [4–9]. Например, в результате исследований выявлено, что мед, произведенный в четырех географических районах Алжира, в своем составе

содержит 104 типа пыльцы, принадлежащей к 51 ботаническому семейству, в том числе обычных медоносов в Средиземноморье: *Eucalyptus*, *Brassica napus*, *Hedysarum* и *Citrus*, но и представителей страны: *Capparis spinosa*, *Asparagus*, *Tamarix*, *Ziziphus lotus*, *Apiaceae* (*Eryngium*, *Thapsia*, *Pimpinella*) и *Acacia*. Они могут быть полезны в качестве маркеров при определении подлинности [10]. Стоит отметить, что во многих странах мира разрабатываются различные законодательные способы доведения до потребителей объективной информации о качестве меда, в том числе в зависимости от его происхождения. Например, с помощью этикеток [11].

Цвет меда является первым качественным показателем, оцениваемым заинтересованными сторонами, в том числе потребителями. Данный показатель зависит, по результатам многочисленных исследований, от химического состава пыльцевых зерен медоносных растений, которые содержат полифенолы, минеральные вещества, сахара, аминокислоты, а также от условий обработки, транспортирования и хранения [12, 13]. Цветовой спектр меда может распространяться от бесцветного (светлого) до янтарно-желтого или черного [13]. Например, испанскими учеными проведены исследования образцов меда из ежевики, сладкого каштана, эвкалипта, вереска и пади. В результате установлено, что образцы обладают разным цветовым диапазоном, который может помочь предсказать ботаническое происхождение, являясь альтернативой

длительному палинологическому анализу, выполняемому только профессионалами [14]. Стоит отметить, что при реализации меда на международном рынке цвет играет немаловажное значение и оказывает непосредственное влияние на его цену. Например, Европа предпочитает продукцию более темного цвета с ярко выраженным вкусом, в то время как Северная Америка – светлого цвета с менее интенсивным вкусом [13, 15]. В настоящее время часто используют методы определения цвета меда, основанные на субъективной оценке (органолептические), а также применение методик оптического сравнения с помощью колориметра Пфунда или с помощью йодных растворов. При этом исследования по разработке или совершенствованию методов оценки качественных характеристик меда проводятся постоянно [13].

В настоящее время разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 31766-2012 «Меды монофлорные. Технические условия», в котором представлены «...отличительные органолептические и физико-химические показатели, а также содержание доминирующих пыльцевых зерен трех видов монофлорного меда: гречишного, липового и подсолнечникового...» для «...повышения их качества, защиты отечественных производителей, а также объективной информации о ботаническом происхождении медов...». Ботаническое происхождение и состав нектара определяет различие органолептических характеристик медов [14]. Например, бразильскими учеными проведены исследования ароматического профиля шести монофлорных медов, произведенных пчелами без жала. Мед из *Ziziphus juazeiro* Mart (juazeiro) выделялся сильным характерным ароматом, сладким вкусом и карамельным привкусом; мед из *Mimosa arenosa* willd Poir (jurema branca) характеризовался ароматом трав и пчелиного воска, тонами соединений серы и кетонов; мед из *Croton heliotropiifolius* Kunth (velame branco) отличался ароматом гвоздики, кисловатым вкусом с травянистым оттенком [16].

На территории Сибирского федерального округа широко распространен донник (*Melilotus* Miil.), представляющий собой род травянистых двулетников семейства бобовых подсемейства мотыльковых.

К данному роду относятся донник белый (*Melilotus albus* Medik.) и донник желтый (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), имеющие промышленное значение. Они используются в сельскохозяйственной, фармацевтической, пищевой, парфюмерной и других отраслях [17–19]. Однако, несмотря на то, что в торговой сети распространен мед из донника, который специалисты считают «ценным продуктом пчеловодства», идентифицирующие признаки данной продукции, в частности органолептические, отсутствуют [20, 21].

На основании вышесказанного сформирована цель исследования – определение цвета меда как одного из отличительных показателей качества, производимого медоносными пчелами из нектара преимущественно с цветков *Melilotus officinalis* (L.) Pall. с юга Сибирского федерального округа.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – образцы меда, производимого медоносными пчелами из нектара преимущественно цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), центрифугированные, свежееоткачанные. Образцы получены с индивидуальных хозяйств пчеловодов в 2018 г. на территории Алтайского края: образцы № 1 и № 2 – Солтонский район; образец № 3 – Завьяловский район.

Исследуемые образцы меда соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ 19792-2017 «Мед натуральный. Технические условия» по регламентируемым физико-химическим показателям качества, в том числе безопасности, и по сопроводительным документам.

В таблице 1 представлены результаты испытаний органолептических характеристик образцов меда.

Определение внешнего вида, аромата и вкуса меда осуществляли органолептически по ГОСТ 19792-2017.

Определение доминирующих пыльцевых зерен в меде осуществляли разработанным нами способом установления ботанического происхождения меда.

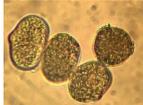
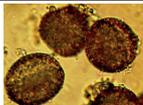
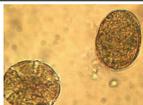
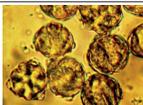
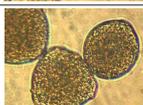
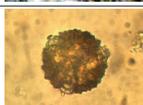
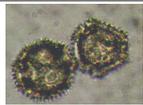
Таблица 1. Органолептические характеристики меда

Table 1. Sensory profile of honey

Показатель	Характеристика		
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Внешний вид (консистенция)	Мелкозернистая, вязкая масса	Мелкозернистая, жидкая масса	Мелкозернистая, вязкая масса
Цвет	Темно-желтый	Темно-желтый с зеленоватым оттенком	Желто-зеленый
Аромат	Приятный, горьковатый, свойственный цветам донника	Насыщенный, горьковатый, свойственный цветам донника	Насыщенный, горьковатый, свойственный цветам донника
Вкус	Слабовыраженный, сладкий, приятный, с терпким привкусом	Не выраженный, сладкий	Не выраженный, сладкий

Таблица 2. Морфология доминирующих пыльцевых зерен медоносных растений, исследуемых образцов медов

Table 2. Morphology of dominant pollen grains of honey-bearing plants in the samples

Ботаническое происхождение пыльцевых зерен*		Характеристика
Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 16,57 ± 0,96 м. Полярная: округлая 22,49 ± 0,89 м. Экзина: мелкосетчатая
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сплюснуто-сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая 30,06 ± 0,75 м. Полярная: округлая-трехлопастная 33,84 ± 0,53 м. Экзина: зернистая
Гречиха татарская (<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 47,10 ± 0,77 м. Полярная: округлая 53,30 ± 0,92 м. Экзина: сетчатая
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)		Тип: равнополярные, шестибороздные. Форма: сплюснуто-сфероидальная. Экваториальная проекция: эллиптическая 29,41 ± 0,31 м. Полярная: округло-шестиллопастная 24,70 ± 0,19 м. Экзина: ямчатая
Змееголовник поникший (<i>Dracocephalum nutans</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округло-эллиптическая 29,70 ± 0,80 м. Полярная: округло-треугольная 32,87 ± 0,63 м. Экзина: сетчатая
Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 18,53 ± 0,75 м. Полярная: округлая-треугольная 21,75 ± 0,74 м. Экзина: сетчатая
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 27,94 ± 0,47 м. Полярная: округлая-треугольная 29,47 ± 0,81 м. Экзина: крупно-сетчатая
Купырь лесной (<i>Anthriscus silvestris</i> L. (Hoffm.))		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 26,10 ± 0,73 м. Полярная: округлая 13,30 ± 0,30 м. Экзина: мелкобугорчатая
Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 27,25 ± 0,61 м. Полярная: трехлопастная 29,26 ± 0,31 м. Экзина: шиповатая
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая 13,53 ± 0,68 м. Полярная: округлая 14,64 ± 0,73 м. Экзина: мелкосетчатая
Молочай (<i>Euphorbia</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сплюснуто-сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая 37,10 ± 0,54 м. Полярная: округлая 36,70 ± 0,23 м. Экзина: ямчатая
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сплюснуто-сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая 35,90 ± 0,11 м. Полярная: шестиугольная 32,50 ± 0,61 м. Экзина: шиповато-гребенчатая
Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus</i> L.)		Тип: равнополярные, трехбороздно-оровые. Форма: сфероидальная. Экваториальная проекция: округлая. Полярная: округлая-трехлопастная 39,10 ± 0,33 м. Экзина: шиповатая
Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)		Тип: равнополярные, трехбороздные. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: эллиптическая 25,10 ± 0,09 м. Полярная: округло-трехлопастная 21,70 ± 0,12 м. Экзина: сетчатая
Синяк обыкновенный (<i>Echium vulgare</i> L.)		Тип: гетерополярные, трехбороздно-оровые. Форма: вытянутая. Экваториальная проекция: грушевидная 10,00 ± 0,37 м. Полярная: округлая 11,97 ± 0,50 м. Экзина: сетчатая

*Фотографии пыльцевых зерен медоносных растений выполнены фотоаппаратом Canon камера Power Shot SD750 при увеличении (×400+4,5)

Таблица 3. Цвет меда, производимого медоносными пчелами из нектара преимущественно цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)Table 3. Color of honey produced by honeybees from the nectar of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)

Образец	Пыльцевые зерна		
	растение	%	цвет меда
1 	Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	84,89	желтый
	Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	0,97	оранжевый
	Гречиха татарская (<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.)	1,00	коричневый
	Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	0,97	оранжевый
	Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	11,20	желтый
	Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)	0,97	желтый
2 	Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	49,24	желтый
	Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	18,18	оранжевый
	Молочай (<i>Euphorbia</i> L.)	3,79	желтый
	Змееголовник поникший (<i>Dracocephalum nutans</i> L.)	7,58	коричневый
	Купырь лесной (<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.)	6,06	желтый
	Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	2,07	оранжевый
	Синяк обыкновенный (<i>Echium vulgare</i> L.)	3,79	желтый
	Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	9,09	оранжевый
3 	Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	54,05	желтый
	Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	2,70	оранжевый
	Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus</i> L.)	14,87	зеленый
	Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	10,81	желтый
	Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	4,05	зеленый
	Купырь лесной (<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.)	4,05	желтый
	Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)	8,47	желтый

Способ предусматривает исследование структурных особенностей пыльцевых зерен под микроскопом при увеличении $\times 400$ взятого из образца свежего центробежного меда объемом не менее 200 см³ [22].

Определение цвета меда осуществляли согласно ГОСТ 31766-2012 визуально в проходящем свете.

Содержание флавоноидных соединений в меде определяли по ГОСТ Р 55312-2012 «Прополис. Метод определения флавоноидных соединений».

Содержание в меде каротиноидов определяли согласно ГОСТ Р 54058-2010 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Метод определения каротиноидов».

При проведении исследований меда использовали микроскоп Микромед 2 (Россия), испаритель ротационный вакуумный «КА RV 8 S99» (Германия), спектрофотометр «КФК-2» (Россия), гомогенизатор «HG-15F-Set» (Корея) и центрифугу «Thermo Fisher» (Германия).

Результаты и их обсуждение

На формирование органолептических характеристик меда оказывают влияние пыльцевые зерна медоносных растений, которые зависят от ботанического и географического происхожде-

ния [14]. В таблице 2 представлены результаты собственных исследований морфологии доминирующих пыльцевых зерен медоносных растений, которые оказывают влияние на формирование качественных характеристик, в том числе цвета, меда, собираемого в Алтайском крае.

В таблице 3 представлены результаты исследований содержания пыльцевых зерен медоносных растений, формирующих цвет меда, количество которых превышало 0,9 %.

Из данных таблицы 3 видно, что, несмотря на преобладание во всех исследуемых образцах меда пыльцевых зерен донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) и обеспечение продукции желтый цвет, оттенки продукции формируются за счет других пыльцевых зерен медоносных растений:

– у первого образца – гречихи татарской (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), сем. Крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.);

– у второго образца – змееголовника поникшего (*Dracocephalum nutans* L.), клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), сем. Крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.), осота полевого (*Sonchus arvensis* L.);

Таблица 4. Содержание флавоноидных соединений в пыльцевых зернах медоносных растений

Table 4. Content of flavonoid compounds in pollen grains of honey plants

Ботаническое происхождение пыльцевых зерен	Массовая доля флавоноидных соединений, %			
	x	x _{max}	x _{min}	C _v , %
Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	5,2	5,3	5,1	2,2
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	1,9	2,0	1,8	6,9
Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)	1,5	1,7	1,3	13,3
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	1,2	1,3	1,2	3,3
Купырь лесной (<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.)	1,6	1,7	1,5	5,6
Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	0,7	0,7	0,7	0,0
Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus</i> L.)	2,8	2,9	2,8	2,0
Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	3,1	3,2	3,0	3,2
Синяк обыкновенный (<i>Echium vulgare</i> L.)	1,6	1,6	1,6	0,0

Таблица 5. Содержание каротиноидов в пыльцевых зернах медоносных растений

Table 5. Content of carotenoids in pollen grains of honey-bearing plants

Ботаническое происхождение пыльцевых зерен	Массовая концентрация каротиноидов, мг/кг			
	x	x _{max}	x _{min}	C _v , %
Донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	20,3	23,1	18,7	11,8
Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	28,7	39,2	23,1	31,6
Клевер белый (<i>Trifolium repens</i> L.)	37,3	43,1	28,8	20,1
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	50,0	56,9	45,1	12,3
Купырь лесной (<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.)	2,7	3,0	2,4	11,5
Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	1,4	1,7	1,2	17,6
Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus</i> L.)	1,7	1,7	1,7	0,7
Сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	13,0	14,0	11,9	8,1

– у третьего образца – подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), льянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* Mill.), лопуха войлочного (*Arctium tomentosum* Mill.), клевера белого (*Trifolium repens* L.), сем. Крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.).

В таблицах 4 и 5 представлено содержание флавоноидных соединений и каротиноидов

Таблица 6. Органолептические характеристики меда с донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)

Table 6. Sensory properties of honey from yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)

Показатель	Характеристика/значение показателя
Внешний вид (консистенция)	Мелкозернистая, вязкая масса
Цвет	Насыщенно-янтарный
Аромат	Приятный, горьковатый, свойственный цветам донника
Вкус	Сладкий, приятный, с терпким привкусом
Содержание пыльцевых зерен, %:	
– донник желтый (<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.)	97,02
– сем. Крестоцветные (<i>Brassicaceae</i> Burnett, nom. cons.)	1,19



(а) свежееоткаченный



(б) после 6 месяцев хранения при температуре 14 ± 2 °С

Рисунок 1. Цвет «эталоны» меда из цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)

Figure 1. Color of the standard honey from the flowers of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.)

в пыльцевых зернах медоносных растений, которые оказывают непосредственное участие в формировании качественных характеристик и физиологической ценности исследуемых образцов меда [1, 15, 23].

Из данных таблицы 4 видно, что наибольшее количество флавоноидных соединений (лейкоантоцианы, катехины, флавонолы и пр.) обеспечивают пыльцевые зерна цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), сем. Крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.) и подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.).

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что наибольшее количество каротиноидов содержится в пыльцевых зернах клеверов лугового (*Trifolium pratense* L.) и белого (*Trifolium repens* L.), душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.).

Таким образом, на основании собственных многолетних исследований определены органо-

лептические характеристики меда донникового с юга Сибирского федерального округа, который считаем «эталоном» (табл. 6). Стоит отметить, что мед из нектара цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) кристаллизуется довольно быстро (в течение полугода) из-за повышенного содержания глюкозы (в среднем 52 %), приобретая светлый оттенок. На рисунке 1 представлены цвета «эталона» меда из цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.).

Выводы

На основании проведенных исследований определены идентификационные органолептические характеристики меда с юга Сибирского федерального округа, производимого медоносными пчелами из нектара цветков донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.). Они могут быть использованы при проведении процедуры установления соответствия продукции заявленному наименованию ботанического происхождения, указанного в маркировке и/или в сопроводительной

документации. Оказывают непосредственное участие на формирование оттенков основного цвета меда второстепенные пыльцевые зерна медоносных растений, содержащие красящие вещества.

Критерии авторства

О. В. Голуб руководила работой. Все авторы принимали участие в исследованиях, обработке данных и написании текста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

O.V. Golub supervised the research. All the authors were equally involved in the research, data analysis, and writing the final manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Chemical analysis and cytotoxic and cytostatic effects of twelve honey samples collected from different regions in Morocco and Palestine / H. Imtara, A. Kmail, S. Touzani [et al.] // Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. – 2019. – Vol. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8768210>.
2. Monofloral honey from a medical plant, *Prunella Vulgaris*, protected against dextran sulfate sodium-induced ulcerative colitis via modulating gut microbial populations in rats / K. Wang, Z. Wan, A. Ou [et al.] // Food and Function. – 2019. – Vol. 10, № 7. – P. 3828–3838. <https://doi.org/10.1039/C9FO00460B>.
3. Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey / M. Dżugan, D. Grabek-Lejko, S. Swacha [et al.] // Food Bioscience. – 2020. – Vol. 34. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100538>.
4. Брагин, Н. И. О качестве Кузбасского меда / Н. И. Брагин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 145, № 11. – С. 155–158.
5. Минеральное содержимое пчелиного меда, собранного в экологически безопасной зоне Западной Сибири / В. Г. Кашковский, Д. В. Кропачев, Д. Г. Губарева [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 17–21.
6. Kurtagic, H. Determination of type of honey produced in the different climatic regions of Bosnia and Herzegovina / H. Kurtagic, M. Memić, S. Barudanovic // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2016. – Vol. 13, № 11. – P. 2721–2730. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1101-5>.
7. Volatile profile and physico-chemical analysis of *Acacia* honey for geographical origin and nutritional value determination / M. N. Mădaş, L. A. Mărghitaş, D. S. Dezmirean [et al.] // Foods. – 2019. – Vol. 8, № 10. <https://doi.org/10.3390/foods8100445>.
8. Quality characteristics of honey: a review / T. Pavlova, V. Stamatovska, T. Kalevska [et al.] // Proceedings of University of Ruse. – 2018. – Vol. 57, № 10.2. – P. 32–37.
9. Differentiation of oak honeydew and chestnut honeys from the same geographical origin using chemometric methods / M. S. Rodríguez-Flores, O. Escuredo, M. Míguez [et al.] // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124979>.
10. Botanical origin, pollen profile, and physicochemical properties of Algerian honey from different bioclimatic areas / M. Homrani, O. Escuredo, M. S. Rodríguez-Flores [et al.] // Foods. – 2020. – Vol. 9, № 7. <https://doi.org/10.3390/foods9070938>.
11. Labeling regulations and quality control of honey origin: A review / M. N. Mădaş, L. A. Mărghitaş, D. S. Dezmirean [et al.] // Food Reviews International. – 2020. – Vol. 36, № 3. – P. 215–240. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1636063>.
12. Unlocking *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling / P. M. Kuš, I. Jerković, Z. Marijanović [et al.] // Food Research International. – 2018. – Vol. 106. – P. 243–253. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.065>.
13. Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring / R. T. Szabó, M. Mézes, T. Szalai [et al.] // Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 3, № 1. – P. 29–36. <https://doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2016.3.1.29>.

14. Contribution to the chromatic characterization of unifloral honeys from Galicia (NW Spain) / O. Escuredo, M. S. Rodríguez-Flores, S. Rojo-Martínez [et al.] // Foods. – 2019. – Vol. 8, № 7. <https://doi.org/10.3390/foods8070233>.
15. Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey / M. Al-Farsi, A. Al-Amri, A. Al-Hadhrami [et al.] // Heliyon. – 2018. – Vol. 4, № 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00874>.
16. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semi-arid region / A. C. V. da Costa, J. M. B. Sousa, M. A. A. P. da Silva [et al.] // Food Research International. – 2018. – Vol. 105. – P. 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.043>.
17. Посажеников, С. Н. Фитосанитарное и экономическое обоснование возделывание донника желтого в южной лесостепи Новосибирской области / С. Н. Посажеников, Е. Ю. Торопова, О. А. Казакова // Вестник НГАУ. – 2018. – Т. 49, № 4. – С. 43–49. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-43-49>.
18. Савин, А. П. Донник белый в смеси с двулетними энтомофильными культурами / А. П. Савин, Н. А. Гудимова // Пчеловодство. – 2016. – № 8. – С. 27–29.
19. Чекрыга, Г. П. Характеристика основных медоносов Западной Сибири по пыльцевой обложке, собранной *Apis mellifera* / Г. П. Чекрыга, А. А. Плахова. – Новосибирск : Арал, 2018. – 156 с.
20. Донниковый мед – ценный продукт пчеловодства / Л. А. Бурмистрова, Т. М. Русакова, В. М. Мартынова [и др.] // Пчеловодство. – 2017. – № 7. – С. 46–47.
21. Определение содержания селена и его антагонистов в донниковом меде / Г. Г. Козлова, А. С. Михайлова, С. А. Онина [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2019. – Т. 227, № 11. – С. 56–57.
22. Пат. 2717539С1 Российская Федерация, G01N33/02, G01N21/00, G01N1/28. Способ определения ботанического происхождения меда / Чекрыга Г. П., Нициевская К. Н., Плахова А. А.; заявитель и патентообладатель ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук». – № 2019110713; заявл. 04.10.2019; опубл. 23.03.2020; Бюл. № 9. – 9 с.
23. Макарова, Н. В. Изучение возможности использования разных видов меда в качестве антиоксиданта / Н. В. Макарова, Д. Ф. Игнатова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 24–30. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-26-4-24-30>.

References

1. Imtara H, Kmail A, Touzani S, Khader M, Hamarshi H, Saad B, et al. Chemical analysis and cytotoxic and cytostatic effects of twelve honey samples collected from different regions in Morocco and Palestine. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. 2019;2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8768210>.
2. Wang K, Wan Z, Ou A, Liang X, Guo X, Zhang Z, et al. Monofloral honey from a medical plant, *Prunella Vulgaris*, protected against dextran sulfate sodium-induced ulcerative colitis via modulating gut microbial populations in rats. Food and Function. 2019;10(7):3828–3838. <https://doi.org/10.1039/C9FO00460B>.
3. Dżugan M, Grabek-Lejko D, Swacha S, Tomczyk M, Bednarska S, Kapusta I. Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey. Food Bioscience. 2020;34. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100538>.
4. Bragin NI. About the quality of Kuzbass honey. Bulletin of Altai State Agricultural University. 2016;145(11):155–158. (In Russ.).
5. Kashkovsky VG, Kropachev DV, Gubareva DG, Chervova ED. Mineral content of honey harvested in ecologically safe area of Western Siberia. Innovations and Food Safety. 2018;22(4):17–21. (In Russ.).
6. Kurtagic H, Memić M, Barudanovic S. Determination of type of honey produced in the different climatic regions of Bosnia and Herzegovina. International Journal of Environmental Science and Technology. 2016;13(11):2721–2730. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1101-5>.
7. Mădaş MN, Mărghitaş LA, Dezmirean DS, Bonta V, Bobis O, Fauconnier ML, et al. Volatile profile and physico-chemical analysis of *Acacia* honey for geographical origin and nutritional value determination. Foods. 2019;8(10). <https://doi.org/10.3390/foods8100445>.
8. Pavlova T, Stamatovska V, Kalevska T, Dimov I, Nakov G. Quality characteristics of honey: a review. Proceedings of University of Ruse. 2018;57(10.2):32–37.
9. Rodríguez-Flores MS, Escuredo O, Míguez M, Seijo MC. Differentiation of oak honeydew and chestnut honeys from the same geographical origin using chemometric methods. Food Chemistry. 2019;297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124979>.
10. Homrani M, Escuredo O, Rodríguez-Flores MS, Fatiha D, Mohammed B, Homrani A, et al. Botanical origin, pollen profile, and physicochemical properties of Algerian honey from different bioclimatic areas. Foods. 2020;9(7). <https://doi.org/10.3390/foods9070938>.
11. Mădaş MN, Mărghitaş LA, Dezmirean DS, Bobis O, Abbas O, Danthine S, et al. Labeling regulations and quality control of honey origin: A review. Food Reviews International. 2020;36(3):215–240. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1636063>.

12. Kuś PM, Jerković I, Marijanović Z, Kranjac M, Tuberoso CIG. Unlocking *Phacelia tanacetifolia* Benth. honey characterization through melissopalynological analysis, color determination and volatiles chemical profiling. *Food Research International*. 2018;106:243–253. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.065>.
13. Szabó RT, Mézes M, Szalai T, Zajác E, Weber M. Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring. *Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 2016;3(1):29–36. <https://doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2016.3.1.29>.
14. Escuredo O, Rodríguez-Flores MS, Rojo-Martínez S, Seijo MC. Contribution to the chromatic characterization of unifloral honeys from Galicia (NW Spain). *Foods*. 2019;8(7). <https://doi.org/10.3390/foods8070233>.
15. Al-Farsi M, Al-Amri A, Al-Hadhrami A, Al-Belushi S. Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon*. 2018;4(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00874>.
16. da Costa ACV, Sousa JMB, da Silva MAAP, Garruti DDS, Madruga MS. Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the Brazilian semiarid region. *Food Research International*. 2018;105:110–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.043>.
17. Posazhennikov SN, Toropova Elu, Kazakova OA. Phytosanitary and economic foundations of melilot in the southern forest-steppe of Novosibirsk region. *Bulletin of NSAU*. 2018;49(4):43–49. (In Russ.). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-49-4-43-49>.
18. Savin AP, Gudimova NA. Melilotus albus in mixture with biennial entomophilous crops. *Pchelovodstvo*. 2016;(8):27–29. (In Russ.).
19. Chekryga GP, Plakhova AA. Kharakteristika osnovnykh medonosov Zapadnoy Sibiri po pyl'tsevoy obnozhke, sobrannoy Apis mellifera [Characteristics of the main honey plants of Western Siberia based on pollen collected by Apis mellifera]. Novosibirsk: Areal; 2018. 156 p. (In Russ.).
20. Burmistrova LA, Rusakova TM, Martynova VM, Lapynina EP, Lvova EV, Stepanseva GK. Sweet clover honey is a valuable beekeeping product. *Pchelovodstvo*. 2017;(7):46–47. (In Russ.).
21. Kozlova GG, Mikhailova AS, Onina SA, Kozlov VG. Determination of the content of selenium and its antagonists in a sweet-clover honey. *Life Safety*. 2019;227(11):56–57. (In Russ.).
22. Chekryga GP, Nitsievskaya KN, Plakhova AA. Method for determining botanical origin of honey. Russia patent RU 2717539C1. 2020.
23. Makarova NV, Ignatova DF. Studying the possibility of using different types of honey as antioxidant. *Innovations and Food Safety*. 2019;26(4):24–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-26-4-24-30>.

Сведения об авторах

Голуб Ольга Валентиновна

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела научных направлений комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 630501, Россия, р.п. Краснообск, тел.: +7 (909) 529-30-11, e-mail: golubiza@rambler.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2561-9953>

Чекрыга Галина Петровна

канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела научных направлений комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 630501, Россия, р.п. Краснообск, тел.: +7 (913) 394-14-42, e-mail: niip56@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3756-1798>

Information about the authors

Olga V. Golub

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Chief Researcher of the Department of Scientific Directions of Complex Processing of Agricultural Raw Materials of the Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, 630501, Russia, phone: +7 (909) 529-30-11, e-mail: golubiza@rambler.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2561-9953>

Galina P. Chekryga

Cand.Sci.(Bio.), Leading Researcher of the Department of Scientific Directions of Complex Processing of Agricultural Raw Materials of the Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, 630501, Russia, phone: +7 (913) 394-14-42, e-mail: niip56@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3756-1798>

Мотовилов Олег Константинович

д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела научных направлений комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 630501, Россия, р.п. Краснообск, тел.: +7 (913) 474-32-29, e-mail: ol_mot@ngs.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2298-3549>

Oleg K. Motovilov

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Scientific Directions of Complex Processing of Agricultural Raw Materials of the Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, 630501, Russia, phone: +7 (913) 474-32-29, e-mail: ol_mot@ngs.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2298-3549>