

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ФИТОГОРМОНОВ В НЕКТАРЕ И МЕДЕ, СОБРАННОМ РАЗНЫМИ ПОРОДАМИ ПЧЕЛ

¹Абдулгазина Н.М., ²Фархутдинов Р.Г., ¹Юмагузин Ф.Г., ³Веселов Д.С.

¹Зауральский филиал ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Сибай, Россия, fitrat63@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия, frg2@mail.ru;

³ФГБУН «Уфимский институт биологии РАН», Уфа, Россия, veselov56@mail.ru

Выявлены различия по ботаническому происхождению мёдов, полученных в одно и то же время и в одной местности, но от пчел, имеющих разные морфологические и генетические признаки. Мёд, собранный бурзянскими бортевыми и помесными пчелами, является монофлёрным липовым мёдом; мёд, полученный от кавказских пчел, по ботаническому происхождению является полифлёрным. Данные различия сказались на гормональном статусе нектара, собранного бурзянскими бортевыми и помесными пчелами, с одной стороны, и кавказскими пчелами - с другой. Мёд, собранный и переработанный бурзянскими бортевыми и помесными пчелами, содержал больше ауксинов, абсцизовой кислоты и цитокининов, чем мёд, который был взят у кавказских пчел. В мёде, по сравнению с нектаром, отмечается определенная кратность увеличения уровня содержания фитогормонов. По содержанию ауксинов у всех образцов мёда, эффект кратности составил примерно в 3 раза. Кратность в содержании абсцизовой кислоты в мёде и нектаре составила 4 раза. Изменение в содержании суммарных цитокининов было разнохарактерным. Возможно, это связано с инактивацией данного фермента в мёде, полученном от кавказских желтых пчел. Обсуждается роль фитогормонов цитокининовой природы в увеличении летной активности пчел.

Ключевые слова: фитогормоны, нектар, мёд, твердофазный иммуноферментный анализ, бурзянская бортевая пчела.

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF PLANT HORMONES CONTENT IN NECTAR AND HONEY COLLECTED BY DIFFERENT BEE BREEDS

¹Abdulgazina N.M., ²Farkhutdinov R.G., ¹Yumaguzhin F.G., ³Veselov D.S.

¹Trans-Urals branch of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Bashkir State Agrarian University", Sibay, Russia, e-mail:miss.abdulgazina2010@yandex.ru;

²Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education Bashkir State University, Ufa, Russia, e-mail: frg2@mail.ru;

³Institute of Biology at the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, e-mail: veselov56@mail.ru

The article deals with revealing differences in botanic origin of honey collected at the same time and area but from bees with different morphological and genetic features. Honey collected by Burzyan tree hollow bees and mongrel bees is monofleur lime one, whereas honey collected by Caucasian bees is polyfleur. These differences influenced hormone status of nectar collected by Burzyan tree hollow and mongrel bees from the one hand, and Caucasian bees from the other hand. The honey collected and recycled by Burzyan tree hollow and mongrel bees contained more auxins, abscisic acid and cytokinins than that collected from Caucasian bees. In comparison with nectar in honey one can find certain increasing in phytohormone content level. The amount of auxins in all honey samples rose three times as much as in nectar. The amount of abscisic acid in honey rose four times as much as in nectar. The change in the content of total cytokinins was spotty. It is likely connected with inactivation of the given ferment in honey collected by Caucasian yellow bees. The role of phytohormones of cytokinin origin in increasing flying activity of bees is being discussed.

Keywords: phytohormones, nectar, honey, solidphase enzyme-immunoassay, Burzyan tree hollow bees.

Основным сырьем для производства мёда медоносными пчелами является нектар, который вырабатывается активными железами растений – нектарниками. Одна из функций нектара – привлечение насекомых и птиц, осуществляющих перекрестное опыление у данного вида растений. Кроме того, нектар содержит вещества гормональной природы [5; 12], роль которых в жизни пчел пока досконально не установлена [7]. В литературе, как правило, об-

суждается роль летучих фитогормонов метилсалицилат и метил жасмонат, которые служат важными сигнальными молекулами в коммуникации растений [12]. Значение же основных рострегулирующих соединений практически не обсуждается [7].

Нектар попадает в медовый зобик пчелы во время её посещения растений, в зобике нектар обрабатывается ферментами и затем попадает в ячейки сотов, где подвергается дальнейшей переработке другими пчелами. По мнению ряда исследователей, порода пчел оказывает влияние на химический состав мёда ввиду специфики в переработке нектара в мёд из-за различий ферментов в организме пчел [3; 5]. Установлено положительное влияние экзогенных синтетических фитогормонов на продление жизни пчел, яйценоскость, весеннее развитие пчелиных семей, силу семей, улучшение физиологического состояния зимующих пчел, их медовую продуктивность и зимостойкость [4]. Однако при этом не проводилась оценка уровня содержания фитогормонов, поступающих с медом. Следовательно, при использовании синтетических гормональных препаратов для более правильной подборки дозы необходимо оценивать уровень содержания фитогормонов в меде. Кроме того, обследование меда на содержание эндогенных фитогормонов позволит оценивать качество и подлинность меда [7].

Целью данной работы является сравнительный анализ содержания фитогормонов в мёде и нектаре (напрыске), собранном и переработанном разными породами пчёл. Ранее было показано, что фитогормоны транспортируются в мёд по трофическим цепям пчелы [7]. При этом источником поступления ауксинов и цитокининов в мёд в основном является нектар, а уровень содержания абсцизовой кислоты в мёде формируется из двух частей: одна за счет абсцизовой кислоты, поступающей из нектара, а другая, вероятно, выделяется самими пчелами [10]. Предполагалось выявить различное содержание фитогормонов в медах, произведенных различными породами пчёл, и сравнить количественное содержание абсцизовой кислоты (АБК), ауксинов (ИУК) и цитокининов (ЦК) в нектаре и мёде.

Материалы и методы. Работа выполнялась в Бурзянском районе Республики Башкортостан. Были отобраны три группы пчелиных семей, относящиеся к бурзянской бортовой темной лесной пчеле, кавказской желтой и помесной. Семьи содержали по технологиям, принятым в пчеловодстве, в 12-рамочных двухкорпусных ульях, с магазинными надставками в одинаковых условиях.

Определение уровня содержания фитогормонов в меде проводили согласно методическим рекомендациям «Твердофазный иммуоферментный анализ содержания фитогормонов в нектаре, пыльце и меде» (Утверждены Отделением ветеринарной медицины РАСХН, протокол № 3/2 от 8 июня 2010 г.) [8].

Для сбора нектара отбирали сильную пчелиную семью от каждой группы, которую размещали в непосредственной близости от изучаемого медоноса за несколько дней до сбора нектара. Формировали гнездо пчелиной семьи следующим образом: отбирали рамки, имеющие свободные ячейки, которые пчелы могли бы использовать для складирования напрыска. Накануне опытов с помощью рамок, заполненных медом, укомплектовывали гнездо. Рано утром устанавливали рамку, которая не содержала меда (так называемую сушь), для сбора нектара пчелами и вечером после захода солнца отбирали данную рамку. С помощью микропипетки собирали напрыск из сотов и замораживали при температуре -18°C . Определение фитогормонов проводили с помощью твердофазного иммуноферментного анализа (ТФИФА) по разработанной нами схеме [10]. Для проведения анализов отбирали не менее 3-5 мл нектара, который размораживали непосредственно перед ТФИФА. Средняя проба зрелого меда для анализа на фитогормоны составляла не менее 5 г.

Процентное соотношение видового состава пыльцы в меде определяли под микроскопом Миктрон по методике А. Маурицио и Ж. Луво с помощью справочных таблиц и собственных эталонных образцов [6]. Анализ проводился с выполнением требований ГОСТ Р 52940-2008 «Мед. Метод определения частоты встречаемости пыльцевых зерен». Для установления ботанического происхождения изученных образцов меда и при выявлении среди них монофлорных сортов были использованы показатели представленности пыльцы согласно ГОСТ Р 31766-2012 «Меды монофлорные. Технические условия».

Результаты и их обсуждение

Хотя пчелиные семьи располагались на одной пасеке, и мед был собран в одно время, по ботаническому происхождению изученные меда различались. Мед, собранный бурзянскими бортевыми пчелами и помесными пчелами, был монофлёрным липовым медом (монофлёрным мед считается, если доля доминантной пыльцы превышает 30%; содержание пыльцы липы сердцелистной составляла 58% у бортевых пчел и 65% у помесных). Мед, полученный от кавказских пчел, по ботаническому происхождению является полифлёрным (доля пыльцы липы составляла 13%). Такие различия связаны со спецификой организации полета к нектароносным растениям [3].

В связи с вышесказанным нам было интересно, как сказываются данные различия на уровне содержания фитогормонов. Было установлено, что во всех образцах нектара и мёда содержались фитогормоны (ауксины (ИУК), абсцизовая кислота (АБК) и цитокинины (ЦК)).

Разнообразие нектароносов сказалось на гормональном статусе нектара, собранного бурзянскими бортевыми и помесными пчелами, с одной стороны, и кавказскими пчелами - с другой. Как видно из табл. 1, содержание фитогормона-ингибитора растительных процессов, абсцизовой кислоты было больше в нектаре, собранном бурзянскими и помесными пчелами.

При определении уровня содержания ауксинов в нектаре у всех исследуемых групп достоверных различий между ними не было установлено. Наибольшее количество цитокининов было определено в нектаре, собранном помесными пчелами, а наименьшее значение содержалось в нектаре, собранном кавказскими пчелами.

Как было показано ранее, нектар, полученный из различных растений, имеет разный уровень содержания фитогормонов [7; 9]. Это, как видно из таблицы 1, привело к формированию близкого гормонального статуса в нектаре, собранном бурзянскими и помесными пчелами, и в проявлении достоверных различий, особенно по содержанию цитокининов, по сравнению с нектаром, собранным кавказскими пчелами.

Таблица 1

Содержание абсцизовой кислоты (АБК), ауксинов (ИУК) и цитокининов (ЦК) в нектаре, собранном разными группами пчел (нг/мл)

Группы пчел	Фитогормоны		
	АБК	ИУК	ЦК
Бурзянские пчелы	11,68±0,2	23,84±0,9	575,14±12
Кавказские пчелы	9,5±0,1	20,15±0,5	546,9±9
Помесные пчелы	12,24±0,09	21,28±0,9	702,69±21

При анализе данных, представленных в таблице 2, мы установили, что тенденция по содержанию фитогормонов наблюдалась и в мёде. Так, мед собранный и переработанный бурзянскими и помесными пчелами, содержал больше ИУК, АБК и цитокининов, чем мед, который был взят у кавказских пчел. По сравнению с нектаром мы видим определенную кратность увеличения уровня содержания фитогормонов. Вероятно, это связано с эффектом концентрирования нектара при переработке его в мед [9]. Содержание сухих веществ в нектаре, собранном «бурзянскими пчелами», составило 25%, «кавказскими пчелами» - 22%, а «помесными пчелами» - 24%. Содержание сухих веществ в меде было соответственно 85, 86 и 83%. Таким образом, мы наблюдаем увеличение уровня содержания сухих веществ примерно в 3,4, 3,9 и 3,5 раза соответственно. В то же время, если по содержанию ауксинов у всех образцов меда эффект кратности составил примерно 3 раза, кратность в содержании АБК в меде и нектаре составила уже 4 раза. Изменение в содержании суммарных цитокининов было разнохарактерным. Так, мед, полученный в группе «бурзянские пчелы», содержал больше гормона всего на 7%, у группы «кавказские пчелы» меньше на 37%, и в группе «помесные пчелы» больше на 69%. С чем связаны данные особенности изменения уровня содержания цитокининов - это предмет дальнейших исследований. В качестве гипотезы можно сказать, что такой характер изменений, возможно, связан с тем, что данный гормон инактивировался в меде, полученном от группы «кавказские пчелы». Что послужило фактором де-

струкции цитокининов меда, пока неизвестно, вероятно, это связано с тем, что в этой группе самое низкое значение рН = 4. У медов, полученных от других групп пчел, были более высокие значения рН меда. Уровень содержания цитокининов на порядок выше был и в нектаре, и в меде, чем содержание в них ауксинов и АБК.

Таблица 2

Содержание абсцизовой кислоты (АБК), ауксинов (ИУК) и цитокининов (ЦК) в меде, собранном разными группами пчел (нг/г)

Группы пчел	Фитогормоны		
	АБК	ИУК	ЦК
Бурзьянские пчелы	47,32±3,2	70,95±7,1	615,9±25
Кавказские пчелы	36,09±3,1	58,52±2,3	345,4±19
Помесные пчелы	45,7±2,9	68,8±7,2	1191,7±22

С точки зрения практического применения полученных результатов можно рассмотреть данные по применению фитогормонов и их синтетических аналогов при подкормке пчелиных семей. Интересны в этом отношении эксперименты, проделанные С.В. Антимировым (2004), в которых пчелы получали фитогормоны с помощью подкормки сахарным сиропом, содержащим в том числе и цитокинины [2]. При этом яйценоскость маток в подопытных семьях была значительно выше - на 19%, чем в контроле. Это привело к закономерному увеличению силы семей при подкормке цитокинином - на 95%. Отмечается также заметная разница в летной активности пчел подопытных и контрольной групп. Так, из семей, получавших цитокинин, вылетали в среднем 180 пчел, а в контроле - 66 пчел за три минуты [2]. Летная активность пчел может рассматриваться в качестве косвенного показателя медовой продуктивности. На основе этих данных и результатов исследований по медосборной активности разных пород пчел, полученных нами ранее [1], можно предположить, что более высокие показатели по приносу нектара в улей у групп «бурзьянские пчелы» и «помесные пчелы» по сравнению с группой «кавказские пчелы» могут быть связаны с более высоким содержанием эндогенных цитокининов в меде.

Выводы. В результате проведенных исследований выявлено, что и в нектаре, и в меде содержатся фитогормоны ИУК, АБК и цитокинины. Показано наличие различий в гормональном статусе медов, полученных в одной местности, но от пчел, имеющих разные морфологические и генетические признаки. Обсуждается роль фитогормонов цитокининовой природы в увеличении летной активности пчел.

Список литературы

1. Абдулгазина Н.М., Юмагужин Ф.Г. Зависимость медовой продуктивности пчел от их породной принадлежности. Влияние ферментов медоносных пчел на их хозяйственно-полезные качества // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9 (часть 10). – С. 2177-2180.
2. Антимиров С.В. Фитогормоны при подготовке пчел к медосбору // *Пчеловодство*. – 2004. – № 3. – С. 18-19.
3. Бальжекас И. Мед от пчел разных пород // *Пчеловодство*. – 1974. – № 5. – С. 40–41.
4. Бойценюк Л.И. Фитогормоны в жизни растений и пчел / Л.И. Бойценюк, С.В. Антимиров, О.А. Тимашева, О.А. Верещака // *Пчеловодство*. – 2006. – № 10. – С. 16-17.
5. Комлацкий В.И., Плотников С.А. Влияние генотипа медоносных пчел на качество меда // *Научный электронный журнал КубГАУ*. – 2005. – № 06 (14). – С. 16-29.
6. Курманов Р.Г., Ишбирдин А.Р. Пыльцевой атлас. – Уфа : Гилем, Баш. энцикл., 2013. – 304 с.
7. Туктарова Ю.В., Фархутдинов Р.Г. Миграция нетрофических компонентов по пищевой цепи *Apis Mellifera L.* – Saarbrücken : LAP LAMBERT, 2012. – 106 с.
8. Туктаров В.Р. Оценка породной принадлежности медоносных пчел *Apis mellifera L.*, 1758 / В.Р. Туктаров, Р.Г. Фархутдинов, В.Н. Саттаров, Ф.Г. Юмагужин, Д.В. Шелехов, Ю.В. Туктарова. - Уфа : БГАУ, 2014. - 104 с.
9. Фархутдинов Р.Г., Туктарова Ю.В. Фитогормоны и продукты пчел // *Пчеловодство*. - 2013. - № 5. - С. 58-60.
10. Фархутдинов Р.Г. Твердофазный иммуноферментный анализ фитогормонов в нектаре, пыльце и в мёде / Фархутдинов Р.Г., Кудоярова Г.Р., Туктарова Ю.В., Веселов С.Ю. // *Вестник БГАУ*. – 2010. - № 4. – С. 9-13.
11. Das A., Lee S.-H., Hyun T.K., Kim S.-W., Kim J.-Y. Plant volatiles as method of communication // *Plant Molecular Biology and Biotech.* – 2013. - Vol. 7, Iss. 1. – P. 9-26.
12. Heil M. Extrafloral nectar at the plant-insect interface: A spotlight on chemical ecology, phenotypic plasticity, and food webs // *Annual Review of Entomology*. – 2015. - Vol. 60. – P. 213-232.

Рецензенты:

Саттаров В.Н., д.б.н., профессор биоэкологии и биологического образования ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г. Уфа;
Туктаров В.Р., д.б.н., профессор кафедры частной зоотехнии и разведения животных факультета биотехнологий и ветеринарной медицины, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа.

