Экосистемные услуги: современное состояние опылителей

Бутовский Р.О.

ФГБУ ВНИИ «Экология», Москва, Садки-Знаменские

Резюме

В обзоре рассмотрено современное состояние и тенденции развития опыления как одной из экосистемных услуг. Даны характеристики основных групп опылителей, оценка воздействия основных антропогенных факторов, перспективы и проблемы развития пчеловодства в России и африканских странах.

Abstract

The modern status and prospects for pollination development as one of the ecosystem services are reviewed. The main groups of pollinators are specified, the impact assessment of the principal anthropogenous factors are assessed, and the prospects and the problems of beekeeping in Russia and african countries are described.

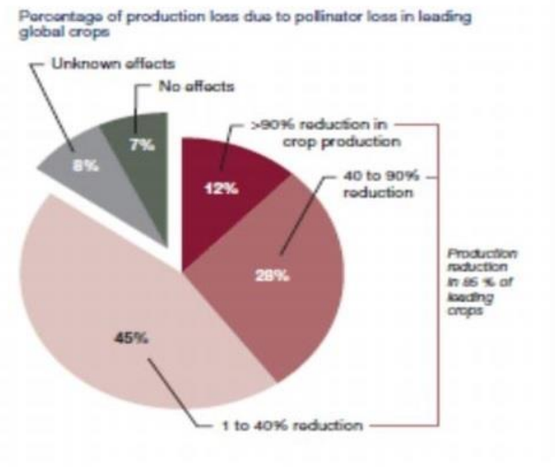
Введение

Опыление – экосистемная услуга, которая является основой производства многих сельскохозяйственных продуктов. Опыление включает опосредованный перенос пыльцы от тычинок к пестикам и является необходимым условием получения плодов и семян. Перекрестное опыление представляет собой перенос пыльцы между разными растениями и в основном осуществляется живыми организмами или ветром.

Большинство опылителей является свободноживущими животными. К опылителям относят более 20 тыс. видов пчелиных, а также виды, принадлежащие к двукрылым (мухам), чешуекрылым (бабочкам), перепончатокрылым (осы, пчелы, муравьи), жукам, птицам, летучим мышам и некоторым другим позвоночным животным (Фото 1).

Фото 1. Пчелиные и бабочки – основные группы опылителей в мире (фото Бутовского Р.О., Кипр)

По данным обзора, подготовленного коллективом экспертов Международной платформы по сохранению биоразнообразия и экосистемным услугам (МПБЭУ) [1] продуктивность 75% сельскохозяйственных культур зависит от опыления, а ежегодный глобальный доход от опыления составляет 232-577 млрд. долл. При этом рост объема производства сельскохозяйственной продукции, зависящей от опыления животными составил 300% за последние 50 лет (Рис. 1).

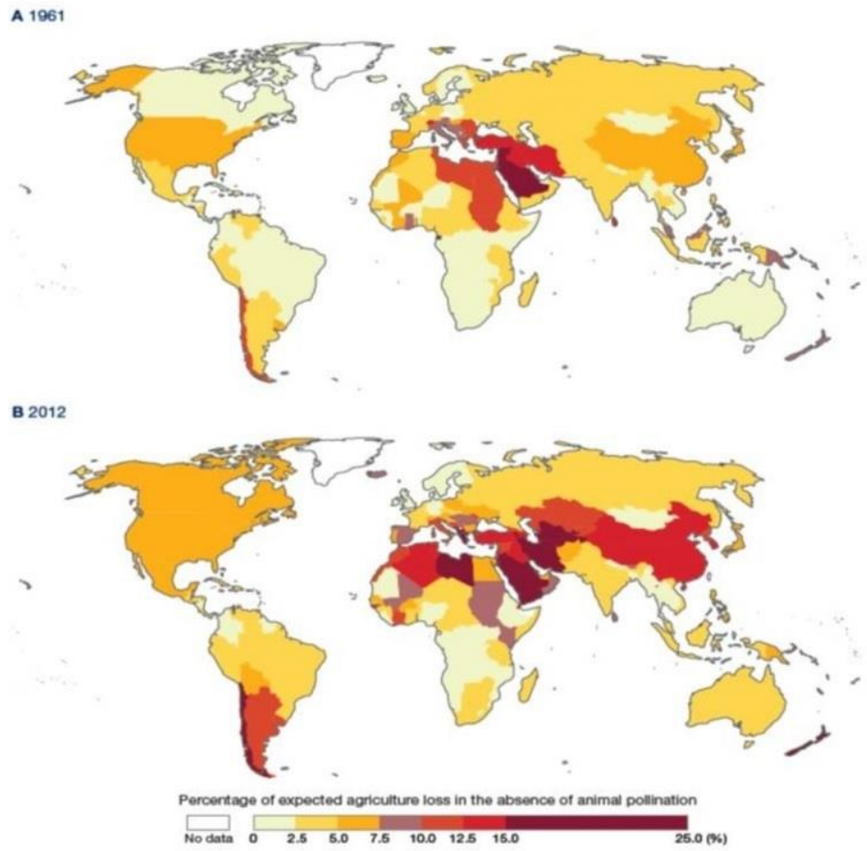


Процентное выражение зависимости от опыления животными ведущих мировых культур, которые непосредственно потребляются людьми и торгуются на мировом рынке .

Percentage of production loss due to pollinator loss in leading global crops	Доля потерь продукции ведущих глобальных культур, обусловленных потерей опылителей
Unknown effects	Неизвестные последс вия
No effects	Последствия отсутствуют
>90% reduction in crop production	Сокращение продукции сельскохозяйственной культуры более, чем на 90%
40% to 90% reduction	Сокращение на 40-90%
1 to 40% reduction	Сокращение на 1-40%
Production reduct on in 85% of leading crops	Сокращение продукции ведущих культур на 85%

Рис 1. Процентное выражение зависимости от опыления животными ведущих мировых культур, которые непосредственно потребляются людьми и торгуются на мировом рынке [1]

Например, в опылении какао, необходимого для производства шоколада, участвуют представители семейств двукрылых Cecidomyiidae и Ceratopogonidae, а ежегодный доход от производства какао оценивается в 5,7 млрд. долл. США. Помимо кормовых растений, опылители также необходимы для производства биотоплива (рапсового и пальмового масла), тканей (хлопчатник), медицинских препаратов, фуража для домашних животных и материалов для строительства. Некоторые виды опылителей также производят пчелиный воск, прополис и т.д. (рис. 2) [1]



Карта мира, иллюстрирующая зависимость сельского хозяйства от опылителей (т.е. процент ожидаемых потерь объемов сельскохозяйственного производства при отсутствии опыления животными (категории отображены на цветной панели)) в 1961 году и 2012 году, на основе набора данных ФАО (ФАОСТАТ, 2013 год) и в соответствии с методологией Айзена и др. (2009 год)

Percentage of expected agriculture loss in the absence of animal pollination	Доля ожидаемых потерь сельскохозяйственного производства при отсутствии опыления животными
No data	Нет данных
0	0
2.5	2,5
5.0	5,0
7.5	7,5
10.0	10,0
12.5	12,5
15.0	15,0
25.0 (%)	25,0 (%)

Рис 2. Карта мира, иллюстрирующая зависимость сельского хозяйства от опылителей [1]

Несколько видов пчел разводят повсеместно, а именно западную медоносную пчелу Apis

mellifera, восточную медоносную пчелу Apis cerana, несколько видов шмелей, несколько видов безжалых пчел и несколько видов одиночных пчел.

Проблемы охраны разнообразия опылителей в ос новном касаются сохранения разнообразия насекомых. При этом опыление подразумевает наличие взаимной адаптации у растений и животных, которые встречаются в пространстве и времени и вступают в сложные, порой недостаточно изученные отношения. Существование большинства видов диких растений зависит от опыления насекомыми при образовании семян и плодов, причем в умеренной зоне опыляется 78% растений, а в тропической - до 94% [2]. Кроме того, у большинства растений (62-73%) отмечается пониженное содержание пыльцы в цветках, т.е. изменения численности и разнообразия опылителей, вероятно, влияют на образование семян.

Изменение численности опылителей и их отдельных групп

В настоящее время нарастает убежденность, что плотность популяций опылителей сокращается. Большинство этих опасений связано со множеством зарегистрированных случаев сокращения популяций медоносной пчелы Apis mellifera в Северной Америке и Европе, а также с наличием сведений о снижении численности или даже вымирании некоторых групп пчелиных, например, шмелей. Тем не менее, количество семей A. mellifera - основного коммерческого глобального опылителя, возросло за последние 50 лет [3]. Сходным образом, разнообразие некоторых других видов пчелиных, которых разводят для опыления, выросло, частично в связи с их повышенной способностью к опылению определенных культур по сравнению с медоносными пчелами.

Известно, что почти половина исследований оценки численности опылителей проведена лишь в 5 странах, причем только 4% исследований проведено в Африке [4], что подчеркивает неравномерность наличия информации и неполноту данных по целым регионам.

Изменения в распространении опылителей обусловлены климатическими особенностями, и вероятно, изменениями встречаемости видов и разнообразия в определенных местообитаниях. Подтверждающая информация накапливается со временем как для одомашненных, так и для диких видов пчелиных в Европе и Северной Америке [5, 6, 7, 8]. Отмечено также изменение распределения бабочек по широте и долготе [9, 10]. Biesmeijer с соавт. (2006) [5] проанализировали более 1 млн. случаев встречаемости пчелиных и журчалок в Британии и Нидерландах из национальных энтомологических баз данных до и после 1980 г. Они обнаружили существенное снижение численности пчелиных на многих территориях, а также отметили снижение плотности популяций кормовых растений. Эти данные подтверждают причинно-следственную связь между локальными вымираниями видов растений и видов опылителей.

Martins с соавт. (2013) [11] показали, что на пастбище в Бразилии, обследованном 40 и 20 лет назад, видовое богатство пчелиных упало на 22%, причем некоторые ранее широко распространенные виды полностью вымерли. Эта тенденция была более выражена у крупных видов по сравнению с мелкими видами.

Утверждается, что примерно 16,5% видов позвоночных опылителей и более 40% видов беспозвоночных опылителей находятся на грани вымирания [1].

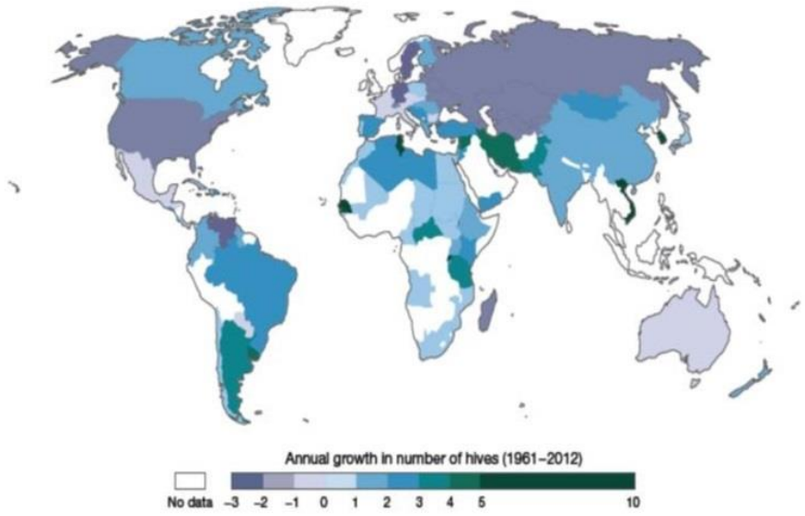
В северо-восточных штатах США изучение более 30 тыс. музейных экземпляров, представляющих 438 видов[7], показало, что за 140 лет численность аборигенных видов слабо уменьшилась, но видовое богатство при этом значимо изменилось только для шмелей. Из 187 аборигенных видов проанализированных индивидуально, численность резко снизилась только у трех видов - причем все принадлежали к роду Bombus. Отмечены значительные изменения структуры сообществ, в частности у 56% видов со временем обнаружено существенное изменение численности.

Carvalheiro с соавт. [40] исследовали 3 группы опылителей (пчелиные, журчалки и бабочки) в Великобритании, Нидерландах и Бельгии. В двух последовательных 20-летних периодах (1930-1990) выявлена утрата видового разнообразия и повышение однородности фауны до 1990 г., но эти негативные тенденции стали менее выраженными за последние десятилетия, и даже были обратимыми для некоторых таксонов (в т.ч. пчел из Великобритании и Нидерландов). Авторы связывают результаты с прекращением широкомасштабного землепользования и утратой природных местообитаний.

Локальные и глобальные вымирания опылителей являются историческим фактом [12]. Были предприняты усилия по реинтродукции вымерших видов - опылителей. Примером может служить реинтродукция шмеля B. subterraneus, который вымер в 2000 г., в Великобританию. Сельскохозяйственные практики уничтожили пастбищные местообитания, которые являлись для этого вида местом гнездования и обитания кормовых растений. Однако этот вид в настоящее время известен в Новой Зеландии, куда был завезен с Британских островов в 1800х. Первая попытка завоза маток из Новой Зеландии в 2011 г. была безуспешной, но повторный завоз из Швеции увенчался успехом, с последующим восстановлением местообитаний и кормовых растений [13].

Медоносные пчелы (Apis spp.)

Базы данных ФАО указывают на мировой рост числа колоний медоносных пчел, причем наибольший рост отмечается в Азии. При этом в некоторых других регионах отмечается как снижение числа колоний (США, страны СНГ, Германия), так и рост (Чили, Аргентина) [14] (Рис. 3).



Карта мира, показывающая ежегодные темпы роста (в процентах в год) количества пчелиных ульев в странах, представлявших эти данные ФАО в период между 1961 и 2012 годами (ФАОСТАТ, 2013 год)

Annual growth in number of hives (1961-2012)	Ежегодный прирост количества ульев (1961-2012 гг.)
No data	Нет данных

Рис 3. Карта мира, показывающая ежегодные темпы роста (в процентах в год) количества пчелиных ульев в странах, представлявших эти данные ФАО в период между 1961 и 2012 гг. [1, 123].

Шмели

При опылении клевера в Скандинавских странах [15,16] отмечено существенное снижение выровненности комплекса шмелей по обилию, а также отмечены определенное воздействие на урожайность красного клевера за последние 70 лет. Доля двух видов с коротким язычком (B. terrestris и B. lapidarius) возросла в комплексе опылителей с 40 до 89%, причем они стали доминантными. При этом у нескольких видов шмелей с длинными язычками численность резко снизилась. Средняя урожайность семян клевера снизилась, но вариабельность урожайности возросла вдвое.

Проведенный мета-анализ исследований по шмелям в Британии, Канаде и Китае показал, что снижение чувствительности в целом было выше для видов, которые обладали большей климатической специализацией, чем для видов, которые обитали на территориях, близко расположенных к границам их климатического ареала, и видов, у которых позже наблюдалась поздняя активность маток [47]. Численность европейских шмелей также снижалась за последние 60 лет [17] причем эти изменения вызваны в основном утратой местообитаний и снижением разнообразия цветковых растений в результате интенсификации сельского хозяйства.

С тех пор как шмелей Bombus terrestris стали выращивать на коммерческой основе в 80-е гг., количество проданных семей достигло 1 млн. в 2006. Они опыляют в мировом масштабе более 240 культур. Авторы обзора считают, что в мире продается около 2 млн. семей шмелей нескольких видов ежегодно преимущественно для опыления тепличных растений. В некоторых странах разводят аборигенные виды шмелей (B. impatiens на восточном побережье США, B.ignitus в Японии) [1].

Безжалые пчелы

Безжалые пчелы представлены несколькими сотнями тропических видов, причем некоторых из них для получения меда разводят в глиняных или деревянных сосудах и ульях. Индейцы майя изобрели способ разведения одного вида Melipona beecheii настолько успешно, что испанские завоеватели не импортировали медоносных пчел с родины в Америку до XVII века [18]. Снижение количества семей этого вида может быть отчасти вызвано деградацией местообитаний в результате сведения лесов.

Мухи

Мухи - эффективные опылители как диких, так и культурных растений [19]. Виды 86 семейств отмечены в качестве опылителей цветковых растений, причем мухи опыляют 1100 видов растений из 172 семейств. Один вид мух используется в качестве коммерческого опылителя - Lucilia sericata. 15-летнее исследование в Великобритании [20] показало, что популяции журчалок более стабильны, чем популяции других наземных насекомых, существуют заметные корреляции между численностью и распределением, и размер тела не влияет на численность, но более крупные виды имеют более стабильные популяции (фото 2).

Фото 2. Мухи-журчалки – одни из самых активных опылителей (фото Бутовского Р.О., Кипр)

Другие опылители, используемые для разведения

Отмечен интерес к разведению других видов пчелиных, которые составляют примерно 1% из 20 тыс. известных видов, причем только 0,1% - разводят исключительно для целей опыления.

Коммерческое разведение других видов опылителей имеет огромный потенциал [19], но оно осуществляется в более скромных масштабах по сравнению с разведением пчел и шмелей.

Несколько видов пчел-листорезов и осмий разводили в искусственных гнездовьях (соломе, бамбуке) в незначительных количествах (Фото 3). Распространенная практика - размещение подходящего гнездового субстрата поблизости от опыляемой культуры, чтобы численность пчел могла резко увеличиться [20, 117]. В ряде случаев коконы этих пчел используют для продажи. В США и Канаде существует бизнес, связанный с разведением и продажей Megachile rotundata с соответствующими инструкциями по разведению этого вида [21]. Пчелы были завезены в США для опыления люцерны в 30-е гг. XX века. Предполагается, что в год в США продается ок. 800 млн. экз. пчел, при том, что создание искусственных гнездовий стимулирует появление еще около 1 600 млн. экз.

В Японии с 1940-х гг. для опыления яблонь успешно используется Osmia cornifrons. В Европе в год продается около 1 млн. осмий O.bicornis (=rufa) для опыления яблонь и других плодовых деревьев 10-20 мелкими компаниями [1].

В тропических странах проводили эксперименты с потенциальными опылителями - пчелами-плотниками Xylocopa разных плодовых культур.

Очевидно, необходима методология разведения безжалых пчел, колонии которых насчитывают от 100 до 1000 особей.

Фото 3. Искусственные гнездовья для одиночных пчел разных видов (Страсбургский ботанический сад) (фото Бутовского Р.О.)

Антропогенное воздействие на опыление

К основным драйверам, которые оказывают влияние на опыление, относят: 1) изменение землепользования; 2) изменение сельскохозяйственных практик; 3) применение пестицидов, включая фунгициды и инсектициды; 4) применение ГМО; 5) болезни; 6) инвазивные виды и 7) изменение климата. Согласно классификации землепокрытия в глобальном масштабе леса занимают наибольшую часть суши (29,6%); опустыненные регионы - 13,1%; аридные и полярные зоны с редкой растительностью -12,5% и культивируемые территории - 11,5% [1].

Землепользование – основной драйвер изменений землепокрытия [22]. Человек освоил примерно 53% земной поверхности. Рост продуктивности сельского хозяйства в основном связан с вырубкой лесов, а перевыпас приводит к опустыниванию, эрозии и деградации земель [23, 24].

С 1961 г. площадь посевных культур возросла на всех континентах, при глобальном сокращении площади лесов и пастбищ [25]. Эта закономерность также подтверждается историческими наблюдениями за последние 300 лет [23]. При наиболее оптимистичном сценарии преимущественно в развивающемся мире к 2030 г. прогнозируется потеря лесных площадей, сопровождаемая 10%-ным ростом площадей сельскохозяйственных культур [26]. Урбанизированные территории также расширятся до 66% (против современных 54%) к 2050 г. Наибольший рост

ожидается в Азии и Африке [27].

Эти изменения временно-пространственного распределения землепокрытия могут привести к серьезным изменениям состава комплексов опылителей и таким образом нарушить связи опылителей с опыляемыми растениями. Землепользование приводит к фрагментации ландшафтов и изменению пространственного распределения местообитаний, потенциально снижая коннективность (связность) и вызывая их деградацию природных местообитаний [28, 29].

Считается, что разрушение и фрагментация природных местообитаний уменьшают размеры популяций, состав и богатство видов комплексов опылителей. Например, снижение численности некоторых шмелей и бабочек в Европе, вероятно, вызвано утратой некоторых видов пастбищ, например меловых пастбищ [17] и снижением доступности цветковых растений [5].

В бореальных лесах лесозаготовки в целом стимулируют рост биоразнообразия пчел и шмелей и их численности, причем интенсивность опыления не меняется при незначительной вырубке деревьев по сравнению с нетронутыми лесами [1].

Мета-анализ 39 исследований на 605 территориях позволил оценить влияние способов ведения фермерского хозяйства и управления ландшафтом на численность диких пчел на 23 видах сельскохозяйственных культур [30]. Исследования выявили, что богатство и численность диких социальных и одиночных пчел были выше на полях, соседствующих с местообитаниями с большим количеством цветочных и гнездовых ресурсов для опылителей. Сходные результаты были получены на пастбищах для других групп опылителей, в т.ч. бабочек и журчалок [31], для беспозвоночных животных, включая опылителей [32], для численности и разнообразия диких пчел [33] , а также для разнообразия и численности опылителей в целом [34; 35].

Размер участков и коннективность влияют на богатство опылителей, разнообразие и выровненность по обилию непосредственно или более сложным образом. Анализ распределения диких пчелиных и бабочек [36] показал, что выровненность и разнообразие отрицательно коррелировали друг с другом, и в то время как размер участка коррелировал отрицательно с выровненностью опылителей по обилию, причем для коннективности был выявлен обратный эффект. Менее фрагментированные и более связанные друг с другом местообитания благоприятствовали разнообразию опылителей и видовому богатству, в то время как отрицательные эффекты были более выражены по мере усиления фрагментации и деградации местообитаний [37]. В другом мета-анализе общее видовое богатство и численность не были связаны с конфигурацией ландшафтов, но потеря коннективности негативно влияла на численность социальных пчелиных [30].

В целом более связанные и менее фрагментированные местообитания были способны поддерживать более высокий уровень биоразнообразия опылителей.

Удобрения

В глобальном масштабе применение удобрений упало с конца 1990х гг. в связи с существенным сокращением их использования в Европе [38]. Интенсивное применение удобрений может привести к сокращению разнообразия и изменению растительного покрова, снижению их

доступности для разных видов пчелиных и их численности, а также к снижению частоты посещаемости цветков, что может иметь негативные последствия для успешности опыления и репродукции растений [39]. Поступление азота (в сочетании с температурой и содержанием углекислого газа) может изменять морфологию цветков, фенологию растений и химический состав нектара, и таким образом влиять на мутуализм опылителей. Обычно пчелы охотнее посещают цветки с повышенным содержанием азота в нектаре, что может существенно снижать продолжительность их жизни [116] .

Гербициды

Сорные растения являются важным ресурсом опылителей в агроэкосистемах [40]. Их устранение физическими способами (в т.ч. вспашкой) или химически при помощи гербицидов, а также путем применения гербицидов на ГМО культурах может привести к снижению численности природных опылителей в экосистемах. Известны разнообразные связи между сорняками и опылителями, в основном связанные с фенологическими особенностями. Современные монокультуры обычно приводят к возникновению однообразия цветковых растений и снижению разнообразия сорных видов, и предоставляют кормовые ресурсы только ограниченному количеству опылителей, в основном видам-генералистам[114] . В случае, если культурные растения растут вместе с рудеральными, то в данных агроэкосистемах формируются более разнообразные комплексы опылителей, как, например, на полях подсолнечника в Южной Африке [40].

Органическое производство против традиционного производства

Даже в экосистемах с небольшими по площади природными местообитаниями разнородность местообитаний на полях и фермах может повысить численность опылителей, разнообразие и эффективность опыления [41, 30]. Снижение объемов применения неорганических удобрений, пестицидов, рост разнообразия выращиваемых культур, небольшие размеры полей, разнообразие растительности по краям полей и высокое локальное разнообразие, которое может рассматриваться как внутрисистемное разнообразие растений, посевов или разнообразие растений по краям посевов может оказывать значимый стимулирующий эффект на опылителей и опыление [35]. На фермах, практикующих органическое выращивание растений, отмечен 70% рост численности пчелиных и 50% рост их разнообразия [30], причем это было особенно выражено в средиземноморском регионе и в регионах с умеренным климатом, но не в тропических регионах. Рост численности природных опылителей на органических полях достоверно коррелировал с успешностью опыления. В частности, продуктивность семян рапса на органических полях была в 3-6 раз выше по сравнению с традиционными или ГМО агроэкосистемами, на которых применялись инсектициды и гербициды.

Мета-анализ, проведенный Kennedy с соавт. [30] выявил, что как ландшафтное разнообразие в масштабах поля, так и органическое земледелие оказывают выраженное позитивное воздействие на диких пчелиных. Высокое разнообразие растительности при традиционном земледелии может довести численность опылителей до уровня, обнаруживаемого при органическом земледелии с

низким разнообразием растительности.

Разнообразие сельскохозяйственных культур

Разнообразие культур в пространстве, времени и на генетическом уровне заметно влияет на сообщества опылителей и успех опыления сельскохозяйственных культур и дикоросов. Разнообразие сельскохозяйственных культур имеет тенденцию к повышению в развивающихся странах по сравнению с развитыми странами, но заметных изменений в составе культур за последние 50 лет не произошло [3] . В то же время площади земель, занятые культурами, зависящими от опыления, в развитых странах выросли с 18.2% до 34.9%, а в развивающихся – с 23.4% до 32.8% .

Стимулирующее воздействие может наблюдаться в случае, если близкородственные растения или растения, сходные анатомически, совместно привлекают опылителей, снижают расход пыльцы и повышают репродуктивный успех обоих видов [42]. Например, в случае с подсолнечником, фертильные и стерильные мужские растения обычно высаживают в противоположных рядах. Медоносные пчелы обычно собирают нектар и пыльцу вдоль одного ряда, в то время как дикие пчелы легко перескакивают из ряда в ряд, и вынуждают медоносных пчел также переходить из ряда в ряд [43]. Различные сорта, посаженные вместе, могут помогать комплексам опылителей выживать в различные вегетационные сезоны на полях и обеспечивать эффективное опыление растений. Например, различные сорта кукурузы (с коротким и с длинным циклами развития) на Юкатане в Мексике сажают рядом, чтобы обеспечить пчел пыльцой во время влажного сезона и сохранить популяцию опылителей до следующего сезона цветения [44]. Сходную стратегию применяют и в яблоневых садах [45].

Культуры массового цветения

Масштабы выращивания сельскохозяйственных культур для производства масла постоянно возрастают на всех континентах, кроме Африки [38]. На полях рапса плотность растений достигает 350-700 тыс. растений на га, что приводит к огромному количеству опыляемых цветков, а также большому количеству посещений цветков в единицу времени (например, один шмель посещает около 400 цветков за один вылет или 2000 цветков/час) [118] . Рапс при массовом цветении может ускорять рост семей шмелей на краях полей [46] и стимулировать рост численности одиночных пчел, обитающих в соседних местообитаниях [115]. В долгосрочной перспективе культуры массового цветения стимулируют рост численности опылителей генералистов.

Палы

Палы часто применяют как инструмент управления растительностью, причем изменения состава растительности и местообитаний могут влиять на опылителей и опыление растений. В мета-анализе, Williams с соавт. [47] показали, что условия гнездования предопределяют разную реакцию видов пчел на выжигание. Палы не оказывали влияния на виды пчел, гнездящиеся под землей, в то время как численность пчелиных, гнездящихся на поверхности и над поверхностью, была на 15%

ниже после недавних палов и на 8% выше на участках после старых палов по сравнению с невыжигаемыми участками. Палы уничтожают гнезда пчел, расположенные на/над поверхностью, но также уничтожают и старую растительность и расчищают пространство для многолетних трав и древесных растений, которые подходят для создания новых гнезд [120] . В ЮАР численность птиц, питающихся нектаром и их видовое богатство снижались после палов [48].

Выпас и сенокошение

Выпас может через поедание растительности скотом, обогащение почвы навозом и вытаптывание, влиять на доступность цветочного корма и гнездовых местообитаний для опылителей, таким образом воздействуя на их численность или разнообразие и репродуктивность растений. В то время как некоторые исследования выявили положительный эффект выпаса на общее разнообразие опылителей в Средиземноморье, степях и лесах умеренной зоны [49, 50], был отмечен выраженный негативный эффект в аргентинских пампасах[51] и в степях Северной Америки [52].

Пестициды

В глобальном масштабе применение пестицидов на сельскохозяйственных культурах варьируется в зависимости от наличия региональных или локальных вредителей, а также зависит от покупательной способности фермеров. Хотя во многих странах (в т.ч. США и Европе) общее количество использованных пестицидов (в тоннах) является стабильным или иногда возрастает по ряду причин [38], для целых регионов данных недостаточно или они отсутствуют (Азия и Африка).

В странах с высоким и средним уровнем дохода на душу населения имеются ограничения по использованию хлорорганических соединений, ФОС и карбаматных инсектицидов, которые высоко опасны для здоровья человека и окружающей среды, и они вытесняются с рынка неоникотиноидами и пиретроидами. Например, за последние 20-30 лет в США и Европе произошел переход от опрыскивания пестицидами к применению системных пестицидов (в т.ч. неоникотиноидов) , которыми обрабатывают почву или протравливают семена [53]. Системные инсектициды теперь применяется на 1000 различных культурах в 120 странах, и составляют 30% от общего потребления пестицидов в мире [1] .

При грамотном применении пестициды являются важным инструментом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, и важным компонентом интегрированной системы защиты растений.

Инсектициды широко варьируются по способу действия: от молекул, которые взаимодействуют с нервными окончаниями насекомых до соединений, которые влияют на энергетический метаболизм и развитие (регуляторы роста насекомых). Применение инсектицидов вызывает особое беспокойство, поскольку потенциально они могут влиять непрямым образом на насекомых-опылителей.

Прямое воздействие на опылителей пестицидов может осуществляться несколькими путями: путем поглощения загрязненной пыльцы, нектара или медвяной росы, сноса или избыточного

опрыскивания при применении и контакта с загрязненными листьями и цветками.

Известны также непрямые воздействия пестицидов на опылителей. Непрямое воздействие гербицидов на опылителей может наблюдаться при исчезновении источников нектара/пыльцы или мест, пригодных для гнездования.

В Европе анализ 8500 случаев отравления пчел в 1981-2007 гг. показал, что 50% случаев было вызвано инсектицидами, 40% - фунгицидами и 10% - варроацидами [54] . В отдельных случаях анализ смертности пчел показал, что в 27% пчел содержались ФОС или карбаматы, в 14% - хлорорганические инсектициды (линдан) и дилдрин, причем 7,8% случаев отравления были вызваны пиретроидами [55].

Очевидно, что в большинстве случаев отравления пчел пестицидами были вызваны их неправильным применением.

Сублетальные эффекты

Сублетальные эффекты воздействия пестицидов, включающие индивидуальные физиологические и поведенческие реакции, а также популяционные реакции, весьма разнообразны. Большинство исследований выполнено на медоносных пчелах и ряд исследований - на шмелях B.terrestris, и незначительное количество – на других социальных и одиночных пчелиных [56]. Реальное воздействие на комплексы опылителей остается неясным. Большинство исследований проведено на инсектицидах, преимущественно неоникотиноидах, намного меньше информации о сублетальных эффектах других инсектицидов, гербицидов или фунгицидов. Наконец, влияние пестицидов в сублетальных дозах в сочетании с другими видами воздействий (интенсификация землепользования, изменение климата, связь с инвазивными видами, вредителями и патогенными организмами) в основном мало изучено [57].

Desneux с соавт. [58] на основе обобщения результатов 147 исследований, обнаружил значительное разнообразие эффектов, включая нарушения онтогенеза, фуражировочной активности и питания, процессов обучения. В обзоре Blacquiere с соавт. [59] были обобщены результаты 110 исследований, которые показали, что содержание неоникотиноидов в растениях (особенно в нектаре и пыльце) находятся ниже уровня, который может вызвать острую или хроническую токсичность пчел. Он показал, что в полевых исследованиях при применении пестицидов в действующих дозах, эффекты не обнаруживаются.

Мета-анализ 14 исследований по оценке воздействия пестицида имидахлоприда на медоносных пчел [60] показал, что его наличие в нектаре не оказывает летального воздействия, но увеличивает гибель взрослых пчел в лабораторных и полу-лабораторных условиях с 6 до 20%. Обзор 163 научных исследований [61] показал, что в полевых дозах, неоникотиноиды вызывают значительное количество негативных сублетальных эффектов в семьях медоносных пчел и шмелей, влияя на их жизнеспособность.

Ветеринарные препараты

Применение ветеринарных препаратов в основном ограничено медоносными пчелами. Для борьбы с варроатозом пчел широко применяют такие препараты как флувалинат, кумафос, амитраз, а для борьбы с такими болезнями как европейский и американский гнилец применяют окситетрациклин. Отмечены признаки взаимодействия между ФОС и пиретроидными варроацидами [62] и потенциал роста токсичности при смешивании ветеринарных препаратов с пестицидами, например, пиретроида флувалината с фунгицидами [54].

Загрязнение тяжелыми металлами

За последние 100 лет загрязнение тяжелыми металлами выросло в 10 раз [1].

Тяжелые металлы, как заменимые (свинец, кадмий), так и незаменимые (цинк) ослабляют организм, изменяя состав белков. Личинки пчел питаются исключительно пыльцой, поэтому они могут потреблять корм (и тяжелые металлы) с загрязненных участков. Следует ожидать повышенного загрязнения тяжелыми металлами пчел, гнездящихся в почве в результате контакта личинок с загрязненной почвой [1] .

Степень социальности пчел может также влиять на чувствительность к загрязнению – иерархическое устройство колонии предохраняет репродуктивных особей (маток) от загрязнения, таким образом позволяя колонии выживать. Это явление было также описано в колониях муравьев, где низкоранговые особи содержали более высокие концентрации металлов в теле по сравнению с высокоранговыми [63]. У пчелы Osmia bicornis обнаружено снижение численности потомства, повышенная смертность при усилении загрязнения, а также рост смертности самцов. Kosior с соавт. [64] предположили, что загрязнение тяжелыми металлами является одним из наиболее важных факторов, вызывающих снижение численности шмелей в Европе (6 место из 16 стрессоров).

Риск воздействия пестицидов на опылителей определяется комбинацией токсичности активно действующего вещества и уровня экспозиции, причем последний фактор может быть высоко вариабельным и находиться под влиянием таких факторов, как вид сельскохозяйственной культуры, сроки, объемы и способ применения пестицида, равно как и экологических особенностей домашних и диких опылителей. В большинстве исследований в качестве подопытных животных использовали медоносных пчел, причем тестировали ограниченный набор инсектицидов. Считается, что при этом недооценивалось влияние синергетических и долгосрочных эффектов. Отмечается недостаточная изученность влияния пестицидов на поведение пчел в реальных полевых условиях [1] .

Воздействие генно-модифицированных организмов (ГМО)

ГМО – организмы, у которых в геном был внедрен трансген. Наиболее обычными трансгенами являются гены, которые вызывают устойчивость к гербицидам (HT) или повышение токсичности по отношению к растительноядным организмам (резистентность к насекомым, IR). Также могут передаваться и другие свойства (засухоустойчивость у пшеницы, пищевая ценность сорго) [1] .

Несколько ГМО культур выращиваются в 27 странах; ими засеяно 12% мировых пахотных земель или 175,2 млн. га. Наиболее распространенными являются кукуруза, хлопчатник, масличный рапс и соя, которые представлены разными сортами, которые могут одновременно содержать оба гена HT и IR. Менее распространенными являются сахарная свекла, папайя, люцерна или рис [1] .

Воздействие трансгенных IR культур может оказывать потенциально непосредственное воздействие на насекомых-опылителей. Показано, что Bt-токсины являются более специфическими и не летальными для перепончатокрылых насекомых и их колоний [65]. В то же время потребление Bt в высоких концентрациях влияло на обучаемость и поведение медоносных пчел, хотя при низких концентрациях токсина эффект не наблюдали [66].

Одним из аргументов в пользу производства ГМО сельскохозяйственных культур является связанное с этим снижение применения пестицидов, в особенности инсектицидов. Снижение использования инсектицидов составило 42-45,2% на ГМО кукурузе [67]. Это может быть объяснено тем, что некоторые культуры повреждаются большим количеством вредителей, на которые трансгенные токсины не действуют (например, клопы на хлопчатнике в США, или клопы-слепняки в Китае) [68; 69]. Поскольку при снижении объемов применения инсектицидов ожидается рост видового разнообразия насекомых, то IR-культуры могут благоприятствовать повышению разнообразия опылителей. Отмечено снижение численности опылителей на ГМО рапсе и хлопчатнике [70, 71].

При оценке влияния ГМО культур на количество и качество продуктов пчеловодства, (прополис, пыльца, маточное молочко) не обнаружено негативного воздействия и различий в случаях кормления пчел трансгенным или обычным кормом [72, 73].

Разведение безжалых пчел

Безжалые пчелы (в основном представители рр. Melipona и Trigona) – традиционный источник меда в Южной и Центральной Америке, Австралии и Африке, но с недавнего времени их роль как перспективных опылителей сельскохозяйственных культур вызывает растущий интерес. Хотя среднее количество безжалых пчел в пчелосемье ниже, чем у обычных медоносных пчел, мелипоникультура особенно популярна в развивающихся странах, поскольку она создает возможности улучшения благосостояния бедных семей [74, 75]. Обнаружена высокая эффективность опыления безжалыми пчелами сельскохозяйственных культур: кофе, авокадо, рамбутана, огурцов, томатов, сладкого перца и т.д.

В Австралии безжалых пчел разводят с конца прошлого века, причем наиболее обычными видами являются Trigona carbonaria (69%) и T.hockingsi (20%). Обычно их используют как для опыления таких культур как макадамия, манго и дыни, а также для получения меда.

В Центральной и Южной Америке безжалых пчел используют для получения прежде всего меда, причем используются как традиционные, так и современные технологии и виды ульев в зависимости от вида пчел. В Бразилии существует ассоциация пчеловодов, которые занимаются разведением безжалых пчел (ABENA). Melipona fasciculate является потенциальным опылителем баклажанов [76], Nannotrigona punctuate и Melipona scutellaris – гуайавы, земляники и яблонь.

Сходные тенденции отмечены в Южной (Индии) и Юго-Восточной Азии (Индонезии, Таиланде и на Филиппинах), где помимо традиционного разведения безжалых пчел для добычи меда, начинается их использование для целей опыления [77].

С другой стороны, на Африканском континенте в основном практикуется добыча меда с разрушением гнезд, причем только некоторые племена, например Кани добывают мед и используют пчел для опыления [78].

Разведение шмелей

В последние несколько десятилетий шмелей стали использовать как опылителей культурных растений.

При этом иногда не встречающиеся в данной местности коммерческие виды шмелей становятся инвазивными. В качестве примеров можно привести интродукцию шмеля B.terrestris в Северную Японию (Хоккайдо) в 1990х [79] и интродукцию нескольких видов шмелей в Новую Зеландию [80].

Существенным риском является распространение болезней шмелей на локальном, национальном и глобальном уровнях. Показано, что 77% коммерчески разводимых семей шмелей, импортированных в Великобританию, были хозяевами до 8 различных видов паразитов, хотя рекламировались как стерильные [81]. Это создает угрозу аборигенным видам шмелей, поскольку интродуцированные шмели относительно легко могут покидать теплицы и собирать пыльцу извне.

Отмечена возможность гибридизации природных и интродуцированных видов. В частности, в Польше было обнаружено 33-47% скрещиваний между коммерческими подвидами B. terrestris dalmatinus и B.t. sassaricus с местным B.terrestris, что могло представлять угрозу для генетического разнообразия.

Разведение одиночных пчел

Одиночных пчел разводят для опыления почти столетие. Обычно разводят Megachile rotundata для опыления клевера и люцерны, которая была завезена в Северную Америку и Австралию, Nomia melander [82], Osmia lignaria [83], завезенные в Северную Америку, Osmia cornifrons в Японии [84] и O.bicornis в Европе. У всех видов технология разведения достаточно простая и включает использование стандартных коробок для гнездования, сбор коконов и подготовку гнезд для последующего разведения. Пчелы существенно повышают урожайность некоторых культур, особенно по сравнению с медоносными пчелами.

Разводимые виды одиночных пчел представляют меньшую опасность для окружающей среды, чем медоносные пчелы и шмели. Известен случай, когда случайно завезенные пчелы-гиганты стали конкурировать с местным видом Xylocopa virginica за места гнездования в США [85].

Опылители в Африке

Опылители и опыление – существенный компонент жизни человека и хозяйства в Африке в течение тысячелетий, причем связь и преемственность традиций сохраняются до настоящего времени. Поскольку, как известно, современный человек и ранние гоминиды возникли и сформировались в Африке, отношение человека к сохранению биоразнообразия в границах африканского континента является сложным и древним [86]. Широко распространено мнение, что выживание мегафауны млекопитающих в Африке при ее исчезновении на других континентах, является частью коэволюции и адаптации этих видов к человеку и ранним гоминидам [87]. Сейчас эти древние взаимосвязи продолжают существовать, поскольку и человек и человекообразные обезьяны (шимпанзе) продолжают собирать дикий мед медоносных и безжалых пчел.

Африканцы преследуют следующие цели [1]:

-сбор дикого меда как источника пищи

-сбор меда для духовных, культурных и ритуальных практик

-сбор меда как важного символического компонента традиционного свадебного обряда

-применение меда, воска в традиционных обществах в медицинских целях

-охрана опылителей как тотемов разных кланов и традиционных обществ

- разведение пчел в качестве компонента устойчивого питания и пищевой безопасности

- охрана и выращивание растений, зависящих от опылителей, как важного компонента традиционного питания человека и домашних животных

-управление ландшафтами для сохранения биоразнообразия, включая опылителей.

Старые документальные свидетельства о связи древнего человека с пчелами в Африке восходят к древним наскальным рисункам из Зимбабве и Намибии, которые были сделаны 10 тыс. лет назад [119] . Очевидно, что древние люди собирали мед как некоторых подвидов медоносной пчелы Apis mellifera, так и некоторых видов безжалых пчелы трибы Meliponini. Эта традиционная практика широко применяется современными обществами охотников-собирателей [88]. Сбор дикого меда практикуется многими сообществами охотников-собирателей включая Абаянда из Уганды; ,атва и другими пигмеями в лесах бассейна Конго [88, 89, 90], хадза в Танзании [111] огиек Кении [91]; и бродячими скотоводами Сомали и других регионов Африканского рога [1].

Мед широко применяется в Африке для лечения ран, поскольку известны его антимикробные свойства, зависящие от тех растений, на которых фуражируют пчелы [92]. Это ценное качество меда осознается многими традиционными обществами Африканского континента, например, когда горький мед, полученный в результате посещения пчелами определенных растений из числа

суккулентов, молочайных и Commiphora spp. в сухой саванне, особенно полезен для обработки ран и лечения кожных заболеваний [93]. Мед применяется для обработки ран скота также скотоводами Восточной Африки [94].

Анализ состава меда, который используется хадза в Танзании показал, что в нем много белка, жира и минеральных солей, что обусловлено попаданием в мед расплода пчел [111].

Мед и пчелы имеют в Африке сакральное значение. Например, среди охотников-собирателей племени Огиек в Кении, мед является важной частью брачной церемонии и ценным приданым [95] и во многих обществах присутствуют системы передачи прав собственности как на диких, так и на медоносных пчел, как части системы наследования имущества. Это включает заботу и охрану некоторых деревьев, которые служат местообитанием пчел у скотоводов, таких как народ Туркана, которые сохраняют акации Acacia tortilis, являющиеся к тому же важным источником плодов для скота а также ресурсом для медоносных пчел и других загрязнителей в сухой саванне [96, 97]. Медоносные пчелы являются тотемом для народа календжин в Кении и койсанов в Южной Африке. В фольклоре койсанов есть сказка о том, как пчела перенесла богомола (предка койсанов) на спине в темноте через реку к своей семье, но они по пути устали и пчела перенесла его на большой белый цветок и посадила вместе с ним первое семя, которое проросло и дало начало первым людям, причем пчела пожертвовала для этого своей жизнью [119]. В африканских сказках пчела всегда выступает в роли труженика [98].

В дополнение к традиционным верованиям и практикам обществ по отношению к биоразнообразию, многие земледельцы в сельской местности в суб-Сахарной Африке наработали или модифицировали традиционные практики, которые учитывают ценность биоразнообразия, управления и охраны ландшафтов таким образом, чтобы это приносило пользу опылителям. Эти практики включают в себя как выращивание диких растений, сохранение опушек и агро-лесных систем для улучшения опыления и питания скота и т.д.

Пчеловодство само по себе может рассматриваться как отдельный способ сохранения природы и опылителей. В то время как многие общества в Африке разводят пчел для получения прямой экономической выгоды от продажи меда и других продуктов пчеловодства, имеется и широко распространенное понимание того, что разведение пчел в долгосрочной перспективе обеспечивает улучшение питания и продовольственную безопасность обществ [99, 100].

Управление местообитанием на локальном (ферма/подворье) и более высоком уровне (сообщество/ландшафт) поддерживает биоразнообразие. Множество примеров мелкого фермерства могут быть обнаружены в районе долины Керио в Кении, где фермеры выращивающие папайю, сохраняют лесополосы по практическим, культурным и эстетическим соображениям, а также в качестве кормового ресурса для бабочек-бражников, которые являются основными опылителями этой раздельнополой культуры [101]. Сходную картину можно наблюдать на плантациях какао в Гане [102, 103]; фасоли в Нигерии, причем традиционно охраняемые леса являются источником сохранения биоразнообразия, включая летучих мышей, которые опыляют важные лесные и саванные деревья, плоды которых широко используются, например баобаба. В качестве примера можно привести

западноафриканские прибрежные леса, которые охраняются общиной народа Миджикенда [104] и исследования, которые доказали, что фермерские хозяйства, примыкающие к облесенным территориями, обладают наибольшим разнообразием пчел-опылителей [105, 106].

Африка – регион, в котором оценка роли опылителей и биоразнообразия проводилась в ограниченных масштабах, хотя ситуация улучшилась в последнее десятилетие [107, 108]. Поскольку в субсахарной Африке происходят климатические, экологические и демографические изменения, назрела необходимость оценки традиционных и культурных ценностей опылителей и других аспектов биоразнообразия не только в зависимости от традиционного уклада, но и в более широком смысле с целью разработки системы наилучших практик и устойчивого развития региона.

Можно утверждать, что пчелы исчезают из многих регионов стран в силу исчезновения доступных мест для гнездования, вызванного сокращением площади лесов.

В отдаленных регионах Африки, Азии, Центральной и Южной Америки часто пчеловодством занимаются наиболее бедные слои населения. Пчеловоды в некоторых регионах Африки изготовляют улья путем выпиливания цилиндрических секций из больших срубленных деревьев. В северо-западной провинции Замбии чаще всего для изготовления ульев использовали 3 вида деревьев, которые также были превосходными нектароносами [109] (Фото 4, 5).

Фото 4. Традиционный улей в Танзании (провинция Кондоа) (фото Бутовского Р.О.)

Фото 5. Традиционный улей в Танзании (Нгоронгоро) (фото Бутовского Р.О.)

Позднесезонные палы могут нанести серьезный ущерб лесам. Обычно пчеловоды понимают ценность лесов для пчеловодства и выступают противниками позднесезонных палов, которые могут повредить наиболее ценные нектароносные растения. Весенние палы – это обычная сельскохозяйственная практика управления лесами, которая поддерживается пчеловодами. Пчеловоды северо-западных провинций Замбии выходят на рынок со своими продуктами пчеловодства благодаря компании NWBP, причем цены на мед растут, поскольку они производят органический продукт. В случае если пчеловодство наносит ущерб лесам, сертификат не выдается [110].

Само по себе пчеловодство не приносит достаточного дохода, чтобы приобрести землю. Вместе с тем, пчеловоды осознают ценность коммунальных лесов, а также неободимость существования Национальной Программы пчеловодства. Охотники за медом и пчеловоды представляют себе ценность деревьев - медоносов. Во многих странах Африки и Азии деревья, заселенные пчелами, представляют ценность, и семьи пчеловодов часто владеют этими деревьями, даже если у них нет прав на окружающую их землю. Известны примеры ульев местной конструкции, которые используются для отпугивания слонов, причем в Кении колоды с пчелами используют, чтобы отогнать слонов от любимой ими акации Acacia xanthophloea [122]

Пчеловодство в Танзании

В Танзании насчитывается 38,8 млн. га лесов и лесистых территорий, пригодных для пчеловодства, имеется большое количество медоносных и безжалых пчел, а также пчеловодов, обладающих необходимыми знаниями. В этом секторе экономики занято около 2 млн. человек. Если в прошлом пчеловодство в Танзании было исключительно занятием мужчин, то в последнее время в пчеловодство приходят женщины, которые отдают предпочтение современным технологиям [126] .

Подавляющее большинство ульев до сих пор изготавливается из полых стволов деревьев, но параллельно растет доля ульев современных конструкций. Доля последних (в том числе «верхнепланочных») в общем количестве ульев за период с 1998 года по 2011 год увеличилась с 5% до 20 %.

Пасеки в Танзании располагаются на значительном удалении от поселков и сельскохозяйственных угодий, а потому продукцию этих пасек можно считать органической.

Танзания реализует лишь 7% своего пчеловодного потенциала. Производство меда, в среднем, составляет 9380 тонн в год. Более половины меда потребляется «по месту его производства». Розничная цена меда в сельской местности составляет 1,5 - 2,5 долл/ кг, а в городах - 2,7 - 4,2 долл/кг. Ежегодно экспортируется около 550 т. меда. Основные покупатели: ЕС, Оман, ОАЭ, Кения, Руанда, Уганда, а также Иран.

Из производимых 635,3 т. воска лишь небольшая часть потребляется в самой Танзании. Розничная цена воска на местном рынке составляет 2,5 - 3,0 долл/кг. Около 90% воска экспортируется. Основные покупатели: Япония, США и Германия.

Правительство подготовило 500 пчеловодов и специалистов по контролю за продвижением продуктов пчеловодства. Стандарт на мед действует с 2006 г. и копирует стандарты ЕС и Продовольственного Кодекса.

С 2001 г. Танзания выполняет требование ЕС относительно регулярного мониторинга содержания остатков химических веществ в меде, чтобы иметь право поставлять этот продукт в ЕС. Ежегодно правительство выделяет 60 - 64 млн. танзанийских шиллингов (1000 шиллингов = 35,0 руб.) на сбор образцов меда и отправку их в лаборатории Германии для проведения анализов, которые затем пересылаются в ЕС.

Пчеловодство играет важную роль в борьбе с бедностью, в обеспечении продовольственной безопасности и в противодействии изменению климата.

Леса региона Инионга - одни из наименее нарушенных в Африке. Они расположены между охраняемыми территориями национального парка Катави, Заповедника Руква-Дуквати и Угалла. Леса традиционно использовались пчеловодами, но расширение охраняемых территорий привело к тому, что их перестали допускать в леса. В результате обсуждений было признано, что пчеловодство является экологически дружественным способом ведения хозяйства, которое вносит вклад в охрану лесов, а также дает дополнительный доход местным сообществам на основе местных знаний и навыков. В результате были заключены взаимовыгодные сделки местных пчеловодов с компанией Голдапис, которая продает высококачественный мед. Это постепенно привело к созданию Пчелиных

заповедников, в которых находятся охраняемые леса, управляемые пчеловодами в своих целях. Национальная стратегия пчеловодства в Танзании предусматривает создание заповедников для пчел.

Пчеловодство в других африканских странах.

В национальном парке Ниика (Малави) Департамент национальных парков и дикой природы стимулирует местных жителей располагать улья в определенных точках парка. Помимо извлечения пользы для парка в виде опыления, местные жители борются с лесными пожарами, чтобы защитить свои улья. Во время сбора меда, пчеловоды следят за порядком в парке и борются с браконьерами.

В тропических и субтропических регионах мангровые зарослаи покрывают более 70% морского берега. Один из видов, черный мангр Avicennia germinans известен как медовый мангр. У него мелкие белые цветки, обильно выделяющие нектар. Исследований по связи пчел и мангров недостаточно, однако, вероятно, что некоторые виды мангровых деревьев зависят от опыления пчелами. В некоторых странах отмечено значительное количество охотников за медом, которые посещают мангровые заросли [112] .

Самым простым способом устойчивого пчеловодства является сбор крупных сот из дикой свободноживущей колонии пчел. Необходимым оборудованием для этого является защитная одежда, окуриватель, нож, корзина и щеточка. Этот вариант сбора меда практикуется на о-вах Бийагос в Гвинее-Бисау. Когда сборщик меда обнаруживает колонию, он ее метит, и она становится его собственностью. Окуриватель используется для того, чтобы отогнать пчел от сот, которые аккуратно срезаются, причем отдельные пчелы смахиваются щеточкой. В дальнейшем соты относят домой для отжатия мед. Один сборщик может стать собственником до 30 колоний [1] .

Пиво из меда в Замбии обычно употребляют во время церемоний инициации. Медовое пиво не хранится дольше 48 ч. При этом жители не советуют заниматься сбором меда после того, как было выпито медовое пиво. Они утверждают, что запах меда изо рта настолько может раздражать пчел, что они начинают атаковать без предупреждения. Наилучшими производителями меда и торговцами пивом в Кабомпо (Замбия) являются женщины.

Теж (Tej) в Эфиопии – это вино из меда (не пиво). Теж – очень важный напиток в культурной жизни Эфиопии, который подают на традиционных сборищах и на специальных религиозных церемониях. Теж не обязательно является алкогольным напитком, часто его пьют до того, как началась ферментация, когда у него есть сильный дрожжевой привкус. Этот напиток называют бирц и он популярен среди детей и приемлем для мусульман. Теж делают в больших деревянных бочках, которые очищают и выкладывают специальными листьями. Бочку наполняют в пропорции 1 часть меда на 5 частей воды, накрывают чистой тканью и оставляют на несколько дней, что приводит к ферментации. Далее добавляют ошпаренные листья некоторых специфических растений, например гешо, или Rhamnus prinoides (по 5 кг листьев ошпаренных листьев/ бочку). После того, как добавлено гешо, сахар из меда превращается в спирт и теж получает свой выраженный сухой и горький привкус. Наконец, перед подачей на стол, в бочку добавляют пол-ведра меда, чтобы придать сладкий вкус вину. Теж подают в специальных стаканах, которые называются бирилл. Они напоминают

маленькие стеклянные вазы с колбообразным дном и узким горлышком. Для питья бирилл придерживают указательным и большим пальцами. Теж имеет хороший привкус, иногда напоминающий крепкий мед. Качество и количество теж, которое подается на свадьбе и других праздниках, свидетельствует о богатстве хозяина [1] .

Пчеловодство в РФ

За последние 3 года в отечественном пчеловодстве произошло больше значимых событий, чем за два предыдущих десятилетия. Тем не менее, пока нет оснований считать, что ситуация стала меняться к лучшему [124].

Производство меда в России стабильно растет. По данным Росстата, в 2000-2008 гг. в среднем производилось 53 тыс. т. мёда в год, в 2011 г. - 60, в 2012 г. - 64, в 2013 г. - 68 и в 2014 -75 тыс. т. По этому показателю мы занимаем срединное положение в первой десятке «пчеловодных держав». В НИИ пчеловодства считают, что медоносная база позволяет нам увеличить производство меда до 300 тыс. т. [124, 125]

В 2014 г. по производству меда на душу населения РФ опережала Китай в 1,5 раза; США и Германию более чем в 2 раза; Индию - в 8 раз и Японию - в 20 раз [124].

Таблица 1.

Страна*	Пр-во меда, тыс. тонн	Импорт меда, тыс. тонн	**Экспорт меда**, тыс. тонн	Потребл. меда, тыс. тонн	Население, млн. чел.	Потребл. на душу населения, грамм	Про-во на душу населения, грамм
Россия	74,8	0,5	1,2	74,1	146,3	510	511
Китай	450,0	5,8	118,0	338,0	1375	245	327
Турция	102,5	-	5,0	98,5	77,7	1267	1319
Индия	75,0	-	35,0	40,0	1287	31	58
США	80,6	166,5	4,9	242,2	318,9	760	253
Аргентина	62,0	-	52,2	9,8	42,6	230	1450
Мексика	60,0	-	33,0	27,0	125,8	215	476

Рынок меда в РФ защищен импортной пошлиной (15%). Законы о пчеловодстве приняты в 34 субъектах Федерации, и вопрос об их принятии рассматривается еще в 10 регионах.

По данным российской таможни, в 2014 г. Россия впервые за четверть века экспортировала меда больше, чем импортировала. Экспорт меда в 20 стран ближнего и дальнего зарубежья составил около 1200 т. В тройку лидеров в этой области входили:

Таблица 2

Страна	Тыс. долл.	Тонн
Китай	1553,9	558,6
Казахстан	601,8	209,7
Швеция	186,3	120,9

Импорт меда из 15 стран мира составил более 500 тонн. В тройку главных поставщиков меда вошли:

Таблица 3

Страна	Тыс. долл.	Тонн
Австрия	1125,5	212,2
Китай	252,3	140,9
Киргизия	212,1	80,8

Мед не был включен в список «санкционных» товаров. Но российский мед вполне мог бы заменить на отечественных прилавках мед из Австрии, Австралии, Бельгии, Литвы, Новой Зеландии, Франции, Японии и других стран, присоединившихся к антироссийским санкциям [125].

Гибель пчелиных семей во многих регионах России в 2014 г. составила 30-40%. По-видимому, одной из причин этого является нарушение норм обработки сельскохозяйственных культур пестицидами, в том числе неоникотиноидами, среди которых наибольшую опасность для пчел представляют имидаклоприд, тиаметоксам и клотианидин. На применение этих системных пестицидов в ЕС в 2013 г. был введен двухгодичный мораторий. В России в 2014 г. количество зарегистрированных препаратов на основе неоникотиниодов увеличилось по сравнению с 2013 г. в два раза. Производителями неоникотиноидов являются крупные зарубежные химические концерны. Объем продаж пятерки лидеров этих концернов в 2014 году составил: у Синдженты - 11,4 млрд. долл.; Байер Кроп Сайенс - 10,5 млрд. долл.; БАСФ - 7,2 млрд. долл.; Дау - 5,7 млрд. долл. и Монсанто - 5,1 млрд. долл. Это означает, что каждый из них в 2014 г. продал готовой продукции на сумму, превышающую сумму мировых продаж всех пчелопродуктов [125].

Выводы:

Для сохранения и увеличения численности и разнообразия опылителей эксперты МПБЭУ предлагают проведение следующих мероприятий [123] (Таблица 4):

Таблица 4

Мероприятия по сохранению и восстановлению мирового биоразнообразия опылителей (с изменениями) [123]

Цель	Стратегия	Пример мер
Улучшение существующих условий для опылителей и/или поддержание опыления	**Регулирование непосредственных рисков**	• **Создание необрабатываемых участков растительности, таких как края полей с более длительными периодами цветения**
		• Регулирование цветения культур массового цветения*
		• Контроль за изменениями, касающимися пастбищ
		• **Поощрение фермеров за использование надлежащих методов работы**
		• Информирование фермеров о требованиях, обусловленных опылением
		• Повышение стандартов оценки рисков, связанных с пестицидами и генно-инженерно-модифицированными организмами (ГМО)
		• Разработка и содействие применению технологий, сокращающих дрейф пестицидов, и сельскохозяйственных методов, снижающих воздействие пестицидов
		• Предотвращение инфекций и лечение заболеваний культивируемых опылителей; регулирование торговли культивируемыми опылителями
		• Сокращение использования пестицидов (включая комплексную борьбу с вредителями, КБВ)
	Использование непосредственно доступных возможностей	• Поддержка сертификации продукции и подходов с учетом интересов домохозяйств
		• **Совершенствование пчеловодства**
		• Выведение альтернативных культивируемых опылителей*
		• Количественная оценка преимуществ, которые обеспечивают культивируемые опылители
		• Работа с дорожными обочинами*
		• Использование полос отвода и незанятых земель в городах для поддержки опылителей

Цель	Стратегия	Пример мер
Преобразование сельскохозяйственных ландшафтов	**Экологическая интенсификация сельского хозяйства через активное регулирование экосистемных услуг**	• **Поддержка диверсифицированных систем сельского хозяйства**
		• Пропаганда беспахатного земледелия
		• Адаптация сельского хозяйства к изменению климата
		• Поощрение совместной работы фермеров по планированию ландшафтов; вовлечение сообществ (регулирование на основе участия)
		• Содействие комплексной борьбе с вредителями (КБВ)
		• Мониторинг и оценка опыления на сельскохозяйственных предприятиях
		• Внедрение схем оплаты за услуги в области опыления
		• Развитие и построение рынков для альтернативных культивируемых опылителей
		• Поддержка традиционных методов регулирования разнородности сред обитания, севооборота и совместной выработки знаний носителями знаний коренного и местного населения, учеными и заинтересованными сторонами
	Укрепление существующих систем диверсифицированного сельского хозяйства	• **Поддержка систем органического сельского хозяйства, диверсифицированных систем сельского хозяйства** и продовольственной безопасности, включая способность определять свои собственные стратегии в области сельского хозяйства и продовольствия, устойчивость и экологическую интенсификацию
		• Поддержка подходов, направленных на сохранение «биокультурного разнообразия», путем признания прав, владения и укрепления знаний коренных народов и местных общин и традиционных методов управления на благо опылителей
	Инвестирование в экологическую инфраструктуру	• **Восстановление естественных сред обитания (также в городских районах)**
		• Защита объектов наследия и традиционных практик
		• Расширение связей между различными фрагментами сред обитания
		• Поддержка масштабного планирования землепользования и традиционных практик,

Цель	Стратегия	Пример мер
		регулирующих разнородность сред обитания и биокультурное разнообразие
Преобразование отношений общества с природой	**Интеграция разносторонних знаний и ценностей разных народов в регулирование**	• Внедрение научных данных об опылителях в сельском хозяйстве на практике
		• Поддержка совместной выработки знаний и обмена ими между носителями знаний коренного и местного населения, учеными и заинтересованными сторонами
		• Укрепление знаний коренных народов и местных общин на благо опылителей и опыления и обмен знаниями среди исследователей и заинтересованных сторон
		• Поддержка инновационной деятельности в области опылителей, которая позволит привлечь внимание заинтересованных сторон к многочисленным социально-культурным ценностям опылителей
	Обеспечение связи между человеком и опылителями в рамках совместных, межсекторальных подходов	• Мониторинг опылителей (сотрудничество между фермерами, более широкими общественными кругами и экспертами по опылителям)
		• Углубление таксономических знаний через образование, профессиональную подготовку и технологии
		• Образовательные и информационно-пропагандистские программы
		• Регулирование городских пространств на благо опылителей и развитие на основе сотрудничества
		• Поддержка высокоуровневых инициатив и стратегий в области опыления

- Поддержание или увеличение разнообразия местообитаний для опылителей в рудеральных и урбанизированных ландшафтах;
- Сохранение традиционных практик пчеловодства, которые поддерживают пятнистость местообитаний, ротацию сельскохозяйственных культур и существование связи между научными и традиционными знаниями коренных народов;
- Повышение уровня образования и обмен знаниями между фермерами, учеными, промышленниками, местными сообществами и широкой общественностью;
- Снижение уровня воздействия пестицидов на опылителей путем снижения объемов их применения, поиски альтернативных способов контроля численности вредителей и

использование в широком диапазоне специфических способов применения пестицидов, например, технологий, снижающих возможность их сноса при опрыскивании;

- Качественное улучшение разведения медоносных пчел для борьбы с патогенами, совместно с регулированием торговли и расширением использования опылителей в коммерческих целях.

Кроме того, эксперты МПБЭУ [123] отметили следующее:

- Высокое разнообразие диких опылителей усиливает устойчивость опыления, даже в том случае, если одомашненные пчелы присутствуют в значительных количествах;
- Урожайность культур зависит от опыления как одомашненными, так и дикими пчелами;
- Западноевропейская пчела является наиболее распространенным одомашненным видом пчел в мире, производя ежегодно 1,6 млн. т./год;
- Численность пчелиных семей выросла в глобальном масштабе в течение последних 50 лет, причем снижение численности пчелосемей наблюдалось в большинстве Европейских и Североамериканских стран;
- Изменение климата привело к изменениям ареалов распространения многих шмелей-опылителей, а также связанных с ними бабочек и растений.

Литература

1. IPBES. 2016. Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy platform on biodiversity and ecosystem services on pollinators, pollination and food production. Potts S.G. et al. pp. 1-30.
2. Ollerton, J., R. Winfree, and S. Tarrant. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos
3. Aizen M.A., Harder L.D. (2009). The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination;
4. Archer C.R., Pirk C.W.W., Carvalheiro L.G. & Nicolson S.W. 2014 . Economic and ecological implications of geographic bias in pollinator ecology in the light of pollinator declines;
5. Biesmeijer J.C. and the Netherlands. 2006 Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain;
6. Potts, S.G. et al. (2010) Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe;
7. Bartomeus, I., J. S. Ascher, J. Gibbs, B. N. Danforth, D. L. Wagner, S. M. Hedtke, and R. Winfree. 2013. Historical changes in northeastern US bee pollinators related to shared ecological traits;
8. Ploquin, E.F., J. M. Herrera, and J. R. Obeso. 2013. Bumblebee community homogenization after uphill shifts in montane areas of northern Spain;
9. Wilson, R. J., D. Gutierrez, J Gutierrez, and V.J. Monserrat. 2007. An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. Global Change;

10. Heikkinen, R., M. Luoto, N. Leikola, J. Pöyry, J. Settele, O. Kudrna,M Marmion, S Fronzek, and W. Thuiller. 2010. Assessing the vulnerability of European butterflies to climate change using multiple criteria.

11. Martins, A. C., R. B. Gonçalves, and G. A. R. Melo. 2013. Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years;

12. Cameron, S. A., J. D. Lozier, J. P. Strange, J. B. Koch, N. Cordes, L. F. Solter, and T. L. Griswold. 2011. Patterns of widespread decline in North American bumble bees. Proceedings of the National Academy of Sciences

13. Gammans, N. 2013. The short-haired bumblebee reintroduction. Project progress report. http://www.hymettus.org.uk/downloads/B.subterraneus_%20report%202012-2013_final.pdf.

14. Smith KM, Loh EH, Rostal MK, Zambrana-Torrelio CM, Mendiola L, Daszak P (2013) Pathogens, pests, and economics: drivers of honey bee colony declines and losses;

15. Bommarco, R., O. Lundin, H. G. Smith, and M. Rundlöf. 2012. Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. Proceedings of the Royal Society;

16. Dupont, Y.L., C. Damgaard, and V. Simonsen. 2011. Quantitative historical change in bumblebee (Bombus spp.) assemblages of red clover fields;

17. Goulson, D., G. C. Lye, and B. Darvill. 2008. Decline and conservation of bumble bees. Annu Rev;

18. Quezada-Euán, J. J. G., W. d. J. May-Itzá, and J. A. González-Acereto. 2001. Meliponiculture in Mexico: Problems and perspective for development. Bee World

19. Howlett, B. G. 2012. Hybrid carrot seed crop pollination by the fly Calliphora vicina (Diptera: Calliphoridae);

20. Owen, J., and F. S. Gilbert. 1989. On the abundance of hoverflies (Syrphidae). Oikos;

21. Stubbs C.S. and Drummond F.A. (2001) Conserving Native Pollinators of Blueberry: A Case Study (http://www.fao.org/ag/AGP/agps/C-CAB/Castudies/pdf/6-022.pdf)

22. Foley J.A., R. Defries, G.P.Asner et al. 2005. Global consequences of land use. Science. 309 (5734). P. 570-574.

23. Klein A.-M., Goldewijk K., Ramankutty N. 2004. Land use changes during the past 300 years. In: Land use, land cover and soil sciences (V.WH (ed.) BOLSS Publ., Oxford. UK.

24. Asner K., Elmore A.J., Olander L.P. et al. 2004. Grazing systems, ecosystem response and global change. Annual Review of environment and resources. 29(1). P. 261-299.

25. Официальный сайт продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (http://faostat.fao.org/)

26. Haines-Young R. 2009. Land use and biodiversity relationships. Land use policy. 26. P. 178-186.

27. UN. 2014. World Urbanization Prospects: the 2014 revision, highlights (ST/ESA/ SER.A/352)

28. Hooke R.L., Martin-Duque J.F. 2012. Land transformation by humans. A review. GSA Today. 12(12) P. 4-10.

29. Hadley A.S., Betts M.G. 2012. The effects of landscape fragmentation on pollination dynamics: absebce of evidence not evidence of absence. Biol. Reviews. 87(3) P. 526-544.

30. Kennedy C.M., Lonsdorf E., Neel M.C. et al. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems.

31. Ockinger E., Lindborg R., Sjodin N.E., and Bommarco R. 2012. Landscape matrix modifies richness of plants and insectsin grassland fragments. Ecography. 35(3). P. 259-267.

32. Gonthier D.J., Ennis K.K., Farinas S. et al. 2014. Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. Proc. Biol. Sci. 281 (1791). 20141358.

33. Winfree, R., R. Aguilar, D. P. Vázquez, G. LeBuhn, and M. A. Aizen. 2009. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance.

34. Ricketts, T. H., J. Regetz, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, A. Bogdanski, B. Gemmill-Herren, S. S. Greenleaf, A. M. Klein, M. M. Mayfield, L. A. Morandin, A. Ochiengâ, and B. F. Viana. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns?

35. Shackelford, G., P. R. Steward, T. G. Benton, W. E. Kunin, S. G. Potts, J. C. Biesmeijer, and S. M. Sait. 2013. Comparison of pollinators and natural enemies: a meta-analysis of landscape and local effects on abundance and richness in crops. Biological Review

36. Marini L., Ockinger E., Bergman K.-O. 2014. Contrasting effects of habitat area and connectivity on evenness of pollinator communities. Ecography. 37 (6). P. 544-551

37. Winfree R., Bartomeus I. & Cariveau D.P. (2011). Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics

38. FAO (2014). FAOSTAT database. In: (ed. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS SD).

39. Ebeling A., Klein A.M., Schumacher J. et al. 2008. How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? Oikos. 117. P. 1808-1815.

40. Carvalheiro, N. P. Chacoff, J. H. Dudenhöffer, S. S. Greenleaf, A. Holzschuh, R. Isaacs, K. Krewenka, Y. Mandelik, M. M Mayfield, L. A. Morandin, S. G. Potts, T. H. Ricketts, H. Szentgyörgyi, B. F. Viana, C. Westphal, R. Winfree, and A. M. Klein. 2011b. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits.

41. Batary, P., B. Andras, D. Kleijn, and T. Tscharntke. 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences

42. Moeller D. 2004. Facilitative mechanisms among plants via shared pollination. Ecology. 85. P. 3289-3301.

43. Greenleaf S.S. & Kremen C. (2006). Wild bees enhance honey bees' pollination of hybrid sunflower. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

44. Tuxill J. 2005. Agrarian change and crop diversity in Mayan milpas of Yukatan, Mexico. Implications for on-farm conservation. PhD Thesis. Yale Univ. New Haven.

45. Brittain C., Williams N., Kremen C., Klein A.M. 2013. Synergistic effects of non-Apis beesand honey bees for pollination services. Proc. Roy. Soc. B 280. 20122767. DOI: 10.1098/rspb.2012.2767.

46. Westphal C, Steffan-Dewenter I, and Tscharntke T. 2009. Mass flowering oilseed rape improves early colony growth but not sexual reproduction of bumblebees. J Appl Ecol

47. Williams N.M., Crone E.E., Roulston T.H., Minckley R.L., Packer L. & Potts S.G. (2010). Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. Biological Conservation

48. Geerts S., Malherbe S.D.T., Pauw A. 2012. Reduced flower visitation by nectar-feeding birds in response to fire in Cape fynbos vegetation. South Africa J. Ornithol. 153. P. 297-301.

49. Vanbergen A.J., Woodcock B.A., Gray A. et al. 2014. Grazing alters insect visitation networks and plant mating systems. Funct. Ecol. 28. P. 178-189.

50. Yoshihara Y., Chimeddorj B., Buuveibaatar B. et al. 2008. Effects of livestock grazing on pollination on a steppe in eastern Mongolia. Biol. Conserv. 141. P. 2376-3286.

51. Medan D., Pablo Torretta J., Hodara K. et al. 2011. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. Biodiv. Conserv. 20. P. 3077-3100.

52. Kimoto C., DeBano S.J., Thorp R.W. et al. 2012. Short-term responces of native bees to livestock and implications for managing ecosystem services in grasslands. Ecosphere. 3. art88.

53. Foster S, Dewar A.M. 2013. Neonicotinoid insecticides – a review of their contribution to the sugar beet crop. British Sugar Beet Review. 81(4). P. 27-29.

54. Thompson H. 2012. Interactions between pesticides and other factors in bees. Supporting publication 2012. EN-340. 204 p.

55. Thompson H.M., Thorbahn D. 2009. Review of honeybee pesticide poisoning incidents in Europe-evaluation of the hazard quotient approach for risk assessment. Oomen P.A., Thompson H.M. eds. P. 103-117.

56. Sandrock C., Tanadini L.G. et al. 2014. Sublethal neonicotinoid insecticide exposure reduces solitary bee reproductive success. Agric. And Forest Enthomol. 16 (2). P. 119-128.

57. Vanbergen, A.J., and the Insect Pollinators Initiative, 2013: Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. Frontiers in Ecology and the Environment, 11(5),

58. Desneux, N, A. Decourtye, J-M. Delpuech 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52: 81-106 Doi: 10.1146/annurev.ento.52.110405.091440

59. Blacquiere, T., G. Smagghe, C. A. M. van Gestel, and V. Mommaerts. 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology 21:973-992.

60. Cresswell J.E. 2011. A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees. Ecotoxicology. 20. V 1. P. 149-157.

61. Sluijs J.P., Van Der et al. 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of the pollinator services. Current opinion in environmental sustainability. V 5. N 3-4. P. 293-305.

62. Johnson, R. M., J. D. Evans, G. E. Robinson, and M. R. Berenbaum. 2009. Changes in transcript abundance relating to colony collapse disorder in honey bees (Apis mellifera). Proceedings of the National Academy of Sciences.

63. Maavara, V., A.-J. Martin, A. Oja, and P. Nuorteva, 2007: Sampling of different social categories of red wood ants (Formica s. str.) for biomonitoring (In: Environmental Sampling for Trace Analysis, Ed. B. Markert)

64. Kosior A., Gelary W., Olejniczak P. et al. 2007. The decline of the bumblebees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bomboni) of western and central Europe. Oryx. 41. P. 79-88.

65. Malone L.A., Burgess E.P.J. 2009. Impact of genetically modified crops on pollinators. Environmental impact of genetically modified crops. P. 199-224.

66. Ramirez-Romero R, Desneuz A., Decourtye A. et al., 2008. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee Apis mellifera L. (Hymenoptera, Apidae). Ecotoxicol. Environ. Saf. 70 (2) p. 327-333.

67. Brookes G., Barfoot P. 2013. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2011. UK. 191 pp.

68. Naranjo S. 2009. Impacts of Bt crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. CAB Reviews: Perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources. 4 (011).

69. Lu Y., Wu K., Jiang B. et al. 2010. Mirid bugs outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. Science. 328 (4982). P. 1151-1154.

70. Abrol D.P. 2012. Genetically modified plants and bees. P. 669-707.

71. Bohan D.A., Boffey C.W., Brooks D.R. et al. 2005. Effects on weed and invertebrate abundance and diversity of herbicide management in genetically modified herbicide-tolerant winter-sown oilseed rape. Proc. Biol. Sci. 272 (1562). P. 463-474.

72. Grabowski M., Dabrowski Z.T. 2012. Evaluation of the impact of the toxic protein Cry1Ab expressed by the genetically modified cultivar MON810 on honey bee (Apis mellifera L.) behavior. Medycyna Weterynaryjna. 68. 10. P. 630-633.

73. Hendriksma H.P., Kueting M., Haertel S. et al. 2013. Effect of stacked insecticidal Cry proteins from maize pollen on nurse bees (Apis mellifera carnica) and their gut bacteria. Plos One. V. 8. N 3.

74. Silva G.F., Venturieri G.C., Silva E.S.A. 2004. Meliponiculture as a sustainable development alternative: financial management within family groups in notyeast Amazon, Brazil. In FAO report. 12 p.

75. Bradbear, N J. 2009. Bees and their role in forest livelihoods A guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their product Nontimber forest Products FAO

76. Nunes-Silva P., Hrncir M., da Silva C.I. et al. 2013. Stingless bees, Melipona fasciculate, as efficient pollinators of eggplant (Solanum melongena) in greenhouses. Apidologie. 44. P. 537-546.

77. Kahono S. 2011. Effect of extreme wet climate to the number of immigrant colonies of the giant honeybee Apis dorsata F. International Conference on conservation and management of pollinators. September 1417. Kuching. Sarawak. Malaysia.

78. Cortopassi-Laurio M., Imperatriz-Fonseca V.L., Roubik W. et al. 2006. Global meliponiculture: challenges and opportunities. Apidologie. V. 37. P. 275-292.

79. Inoue M.N., Yokoyama J., Washitani I. 2007. Displacement of Japanese native bumblebees by the recently introduced Bombus terrestris L. (Hymenoptera:Apidae). J. of Insect Conservation. 12. N 2. P. 135-146.

80. Macfarlane R.P., Griffin R.P. 1990. New Zealand distribution and seasonal incidence of the nematode, Sphaerulara bombi Dufour, a parasite of the bumble bees, New Zealand J of Zoology. V 17. N 2. P. 191-199.

81. Graystock, P., K. Yates, S. E. F. Evison, B. Darvill, D. Goulson, and W. O. H. Hughes. 2013. The Trojan hives: pollinator pathogens, imported and distributed in bumblebee colonies. Journal of Applied.

82. Cane, J., H. 2008. A native ground-nesting bee (Nomia melanderi) sustainably managed to pollinate alfalfa across an intensively agricultural landscape.

83. Bosch J., Kemp W.P. 2000. Developmental biology and rearing methods for Osia bees used as crop pollinators. In: Pollination in greenhouses. Sommeijer M.J. and de Ruijter A. (rds.) CIP-DATA Koninklijke Bibliotheek. Den Haag.

84. Maeta Y. 1990. Utilization of wild bees. Farming Japan. 24. P. 13-19.

85. Laport R.G., Minckley R.L. 2012. Occupation f active Xylocopa virginica nests by the recently invasive Megachile sculpturalis in upstate New York. J. of the Ransas Entomol. Soc. V 85. P. 384-386.

86. Martins D.J. 2014. Our friends the pollinators: a handbook of pollinator diversity and conservation in East Africa. Nature Kenya- the east Africa history society. April 2014. 112 pp.

87. Barnosky A.D., Koch P.L., Feranec R.S. et al. 2004. Assessing the causes of Late Pleistocene extinctions on the continents. Science. V 306 (5693) P. 70-75.

88. Crane V. 2013. The world history of beekeeping and honey hunting. N.Y. Routledge. 2013.

89. Kajobe R. 2007. Nesting biology of equatorial Afrotropical stingless bees (Apidae:Meliponini) in Bwindi inpenetrable National Park, Uganda. Journal of apicultural research. V 46. N 4. P. 245-255.

90. Kajobe R. 2008. Foraging behavior of equatorial Afro-tropical stingless bees:habitat selection and competition for resources (PhD Thesis, Univ. of Utrecht, Netherlands). 128 pp.

91. Rambaldi G., Muchemi J., Crawhall N., Monaci L. 2007. Through the eyes of hunter-gatherers: participatory 3D modeling among Ogiek indigenous people in Kenya. Information Development. V 23. N 2-3. P. 113-128.

92. Basson N.J., Grobler S.R. 2008. Antimicrobial activity of two South African hineys produced from indigenous Leucospermum cordifolium and Erica species on selected microorganisms. BMC complementary and alternative medicine. V 8. N 1. P. 41.

93. El-Kamali H.H. 2000. Folk medicinal use of some animal products in Central Sudan. Journal of Ethnopharmacology. V 72. N 1. P. 279-282.

94. Gakuya D.W., Mulei C.M., Wekesa S.B. 2011. Use of ethnoveterinary remedies in the management of foot and mouth sidease lesions in a diary herd. African Journal of traditional, complementary and alternative medicines. V 8. N 2.

95. Lengoisa J. 2014. Ogiek people of Kenya: indigenous and local knowledge of pollination and pollinators associated with food production in "A global dialogue on indigenous and local knowledge about pollination and pollinators associated with food production: proceedings and workshop report. Lyver P., Perez E., Carneiro da Cuhna M., Roue M. (eds.). In press. (1-4 December 2014, Panama City). UNESCO. Paris.

96. Barrow E.G. 1990. Usufruct rights to trees: the role of Ekwar in dryland central Turkana, Kenya. Human ecology. V 18. N 2. P. 163-176

97. Martins D.J. 2004. Foraging patterns of managed honeybees and wild bees species in an arid African environment: ecology biodiversity and competition. International Journal of tropical insect science.V 24. N 1. P. 105-115.

98. Wane et al. 2009. A glance at Africa. Author House.

99. Fischer F.U. 1993. Beekeeping in the subsistence economy of the miombo savanna woodlands of south-central Africa. Network paper-rural development forestry network (United Kingdom).

100. Sanginga P.C. (Ed.) 2009. Innovation Africa: enriching farmer's livelihoods. Earthscan.

101. Martins D.J., Johnson S.D. 2009. Distance and quality of natural habitat influence hawkmouth pollination of cultivated papaya. International Journal of tropical insect science. V 29. N 3. P. 114-123.

102. Rice R.A., Greenberg R. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. AMBIO. V 29. N 3. P. 167-173.

103. Frimpong E.A., Gemmill-Herren B., Gordon I., Kwapong P.K. 2011. Dynamis of insect pollinators as influenced by cocoa production systems in Ghana. Journal of pollination ecology. V 5. N 10. P. 74-80.

104. Githitho A.N. 2003. The sacred Mijikenda Kaya forests of coastal Kenya and biodiversity conservation. The importance of sacred natural sites for biodiversity conservation. P. 27-35.

105. Kasina M., Kraemer M., Martius C., Wittman D. 2009. Diversity and activity density of bees visiting crop flowers in Kakamega, Western Kenya. Journal of apicultural research. V 48. N 2. P. 134-139.

106. Gikungu M., Wittmann D., Irungu D., Kraemer M. 2011. Bee diversity along a forest regeneration gradient in Western Kenya. Journal of Apicultural Research. V 50. N 1.

107. Rodger J.G., Balkwill K., Gemmill B. 2004. African pollinator studies: where are the gaps? International journal of tropical insect science. V 24. N 1. P. 5-28.

108. Gemmill-Herren B., Kwapong P.K., Aidoo K. et al. 2014. Priorities for research and development in the management of pollination services for agricultural development in Africa. Journal of pollination ecology. V 12.

109. Clauss B. 1992. Bees and beekeeping in the north western province of Zambia: report on a beekeeping.

110. Oxfam. 1995. Oxfam and the honey producers of Zambia's NW Province. P. 2-7.

111. Marlowe F. 2010. The Hadza Hunter-Gatherers of Tanzania. Berkeley: University of California Press.

112. Burgett M. 2000. Honey hunters of the Sundarbans. Bees for Development Journal. V 56. P. 6-7.

113. Grabowski M., Dabrowski Z.T. 2012. Evaluation of the impact of the toxic protein Cry1Ab expressed by the genetically modified cultivar MON810 on honey bee (Apis mellifera L.) behavior. Medycyna Weterynaryjna. 68. 10. P. 630-633.

114. Herman, M. McPherson, S. Mockford, and S. O'Grady, editors. Ecosystem Based Management: Beyond Boundaries. Science and the Management of Protected Areas Association, Proceedings of the Sixth International Conference of Science and the Management of Protected Areas, 21–26 May 2007, Acadia University, Wolfville, Nova Scotia.

115. Holzschuh A., Dormann C.F., Tscharntke T., Steffan-Dewenter I. 2013. Mass-flowering crops enhance wil bee abundance. Oecologia. 172. P. 477-484.

116. Hoover S.E.R., Ladley J.J., Shchepetkina A.A. et al. 2012. Warming, CO2, and nitrogen deposition interactively affect a plant-pollinator mutualism. Ecol. Lett. 15. P. 227-234

117. Howlett, B. G., B. J. Donovan, R. Read, and R. J. Hale. 2009. Rearing Bombus subterraneus for re-introduction into Great Britain. The Weta: Bulletin of the Entomological Society of New Zealand;

118. Hoyle M., Hayter K., Cresswell J.E. 2007. Effect of pollinator abundance n self-fertilization and gene flow: application to GM canola. Ecol. Appl. 17. P. 2123-2135

119. Lewis-Williams J.D. (ed.) 2000. Stories that float from afar: ancestral folklore of the San of Southern Africa (No. 5). New Africa Books.

120. Potts S.G., Woodcock B.A., Roberts S.P.M. et al. Enhancing pollination biodiversity in intensive grasslands. J. Appl. Ecol. 2009. 46. P. 369-379.

121. Roberts, J. Schaminée, M.F. WallisDeVries, and J. C. Biesmeijer. 2013. Species richness declines and biotic homogenization have slowed down for NW – European pollinators and plants;

122. Vollrath F., Douglas-Hamilton I. 2002. Giardian bees on Kenya. Bees for development journal. V 65. N 12.

123. МПБЭУ (2016 г.): Резюме для директивных органов доклада об оценке Межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам по вопросам опылителей, опыления и производства продовольствия. С.Дж. Поттс, В.Л. Императрис-Фонсека, Х.Т. Нго, Я.К. Бисмейер, Т.Д. Бриз, Л.В. Дикс, Л.А. Гарибальди, Р. Хилл, Й. Зеттеле, А.Дж. Ванберген, М.А. Эйзен, С.А. Каннингэм, К. Ирдли, Б.М. Фрейтас, Н. Галлаи, П.Дж. Киван, А. Ковач-Хостянски, П.К. Квапонг, Й. Ли, Х. Ли, Д. Дж. Мартинс, Г. Натес-Парра, Дж.С. Петтис, Р. Рейдер и Б.Ф. Виана (под ред.). Секретариат МПБЭУ. Бонн. Германия. 36 с.

124. Пономарев А.С. Российское пчеловодство на перепутье. Мир пчеловодства. Обзорно-аналитические статьи. 03.12.2014. http://www.apiworld.ru/1417606176.html

125. Пономарев А.С. Проблемы мирового и российского пчеловодства. 18.09.2015 http://naceka-online.ru/novosti-pchelovodstva/problemy-mirovogo-i-rosiiskogo-pchelovodstva.html

126. Танзания. Правительство оказывает пчеловодству всестороннюю помощь // The African Honey Magazine, Issue 012, March 2013