

УДК 595.799:631.95

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОПЫЛИТЕЛЕЙ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

**Ченикалова Е.В., Черкашин В.Н.**

*ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный аграрный научный центр», Михайловск,  
e-mail: entomolsgau@mail.ru, forbias10@mail.ru*

Многие сельскохозяйственные культуры являются энтомофильными растениями и нуждаются в опылении природными опылителями или медоносными пчелами. Промышленное пчеловодство на Ставрополье в настоящее время остается недостаточным. Рост площадей возделывания и расширение ассортимента масличных и других энтомофильных культур требует уделять все большее внимание охране и поддержанию популяций природных опылителей – одиночных пчел и шмелей. Одновременно это будет способствовать росту численности природных энтомофагов вредителей, питающихся на стадии имаго нектаром и пыльцой цветковых растений. Предлагается комплекс долгосрочных и оперативных мер, обеспечивающих охрану пчел и шмелей. Сохранение колоний пчел, создание цветущего конвейера в агроландшафте, проведение краткосрочных и долгосрочных агротехнических мероприятий с учетом биологических потребностей опылителей – условия эффективного опыления культур и получения высоких урожаев семян и плодов. Для производства экологически чистой продукции полевых культур в органическом земледелии, на наш взгляд, необходимы в первую очередь специализированные севообороты, основу которых должны составлять: зерновые, бобовые, кормовые, крупяные, масличные и медоносные культуры. Они должны отвечать следующим требованиям: не поражаться или слабо поражаться болезнями и вредителями, привлекать в период цветения полезную энтомофауну. В этом севообороте должны присутствовать медоносные культуры, такие как подсолнечник, озимый рапс, эспарцет, редька масличная (сидерат), фацелия. Такой богатый набор медоносов может не только обеспечить стабильный конвейер медосбора, но и позволит сохранять и накапливать в агроценозе полезную энтомофауну, включая диких опылителей и энтомофагов. Охрана естественных стадий, восстановление аборигенной степной растительности в Предкавказье в форме заказников и микро-заповедников должны быть направлены на поддержание биологического разнообразия растительного и животного мира агроландшафтов.

**Ключевые слова:** природные опылители, энтомофильные растения, охрана одиночных пчел, биологическое земледелие, экосистемы

## WAYS OF INCREASE IN EFFICIENCY OF NATURAL POLLINATORS AT ORGANIC AGRICULTURE

**Chenikalova E.V., Cherkashin V.N.**

*Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian agrarian scientific center», Mikhailovsk,  
e-mail: entomolsgau@mail.ru, forbias10@mail.ru*

Many cultures are entomophilous and need pollination. Beekeeping in the Stavropol region remains insufficient. Expanding the area and range of oilseeds and other entomophilous crops requires paying more attention to the protection and support of populations of solitary bees and bumblebees. This will also contribute to the growth of the number of natural entomophages. A set of long-term and operational measures for the protection of pollinators is proposed. The preservation of colonies of bees, the creation of a flowering conveyor in the agrolandscape, the carrying out of agrotechnical measures, taking into account the needs of pollinators, are the conditions for efficient pollination of crops and obtaining high yields. For the production of environmentally friendly products in organic farming, specialized crop rotations are needed, the basis of which should be: cereals, legumes, fodder, cereals, oilseeds and honey crops. They should be weakly affected by diseases and pests, attract a useful entomofauna during the flowering period. In this crop rotation honey crops should be present, such as: sunflower, winter rape, sainfoin, oil-bearing radish, phacelia. A rich set of honey plants can provide a stable conveyor of honey collection, but it will also allow the conservation and accumulation of beneficial insects in the agrocenosis, including wild pollinators and entomophages. Protection of natural stations, restoration of native steppe vegetation in the Pre-Caucasus in the form of reserves and micro-reserves should be aimed at maintaining the biological diversity of flora and fauna.

**Keywords:** natural pollinators, entomophilous plants, protection of single bees, biological agriculture, ecosystems

От численности и биологического разнообразия популяций опылителей прямо зависит урожайность энтомофильных сельскохозяйственных культур и сохранение биоразнообразия природных фитоценозов. В мире возделывается более 500 видов культурных растений, более чем 95% которых опыляются медоносными пчелами и одиночными, или дикими пчелиными роями. Энтомофильными культурами занято бо-

лее половины обрабатываемых площадей, и они дают более одной трети продуктов. В России и сопредельных странах около 190 видов растений, без учета лекарственных и декоративных, нуждаются в опылении пчелами [1].

Современное состояние развития пчеловодства не во всех зонах Предкавказья позволяет эффективно подвозить и использовать медоносных пчел на опылении

культур. Поэтому важную роль в этом опылительном процессе растений играют природные популяции одиночных пчел и шмелей. Многочисленными исследованиями доказано, что прочие насекомые – посетители цветков в целях сбора нектара или потребления пыльцы – опыления не производят. Это происходит по причине того, что только на теле представителей пчелиных пыльцевые зерна при транспортировке не прорастают и остаются способными оплодотворять семечки.

Цель исследования: дать обобщенную оценку состояния популяций природных опылителей в условиях агроландшафтов Центрального Предкавказья, предложить систему их охраны и воспроизводства в условиях перехода к биологическому земледелию.

#### **Материалы и методы исследования**

Учеты численности и выявление видов пчелиных на посевах энтомофильных культур проводили по общепринятым методикам. Основным методом учета опылителей является визуальный подсчет их в полосе травостоя площадью 200 м<sup>2</sup> (100х2 м), которую учетчик проходит за 10 минут в прямом и в обратном направлениях. При сборах коллекции всех замеченных одиночных пчелиных вылавливали. На одном участке делали 16–20 учетов. Проводили также и визуальные подсчеты по методике К.К. Фасулати [1]. Учеты численности пчелиных проводили в травянистых стациях – открытые степные участки с разнотравной растительностью, лесные поляны, лес, опушки леса и шлейфы лесополос, посева травянистых энтомофильных культур, берега водоемов, городская среда. Идентификацию экземпляров коллекции с типами и паратипами видов фондовых коллекций пчел производили в отделе Перепончатокрылых Зоологического института РАН. Дополнительно идентификацию шмелей и других родов пчел мы производили в Зоологическом музее МГУ.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Наблюдения проводились в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, или в Центральном Предкавказье. Комплекс климатических и рельефных особенностей делают Центральное Предкавказье благоприятным для произрастания многих видов цветковых растений и возделывания энтомофильных культур, обитания многих видов животных, включая природных опылителей. В среднем здесь выпадает за год 450–550 мм осадков. Равнинная часть Центрального Предкавказья имеет степную растительность, как продолжение южнорусских степей. Преобладают ковыльно-типчаково-разнотравные степи и с байрачными лесами (ясень, клен полевой, ильм) или без лесов. На возвышенных местах расположена лесостепь Ставропольской

возвышенности с сохранившимися на склонах уникальными луговыми и луговидными степями [2]. Лесостепь предгорий включает широколиственные породы (бук, дуб, граб) с луговыми полянами. На засоленных почвах расположены ковыльно-типчаково-полынные, типчаково-полынные или полынные степи. В населенных пунктах и при перевыпасе скота развиваются сорные фитоценозы. Важную стабилизирующую роль в агроландшафтах зоны выполняют ползащитные лесополосы, представляющие собой древесно-кустарниково-травянистые растительные комплексы. Они являются дополнительными источниками нектара и пыльцы для полезной энтомофауны, служат местообитаниями и укрытиями для многих полезных животных – птиц, рептилий, членистоногих, путями для их миграций, как опушечные стации. Травянистый покров в лесополосах насыщен степными видами растений, в том числе занесенными в Красные книги России и Ставропольского края.

Роль природных опылителей в последние годы возрастает в связи с недостаточным развитием пчеловодства. Так, по Ставропольскому краю в 2014 г. насчитывалось лишь 95 тыс. пчелосемей, и для эффективного пчелоопыления подсолнечника и рапса не хватало 161 тыс. семей. До 1990 г. в крае было 5 пчелоплемзаводов, а к 2016 г. оставалось только 2 [3]. В настоящее время на Ставрополье в хозяйствах всех форм собственности насчитывается 98,8 тыс. пчелосемей, что на 2% выше уровня 2017 г. Одновременно наблюдается рост площадей посевов энтомофильных культур. Это требует дополнительных мер по развитию пчеловодства. Исходя из сложившейся ситуации, агрономы, семеноводы, фермеры должны быть заинтересованы в сохранении на полях и в садах природных опылителей. Рациональное ведение и биологизация земледелия, забота о сохранении популяций природных опылителей растений должна стать основой для повышения урожаев энтомофильных культур.

Степи Евразии, особенно Восточной Европы, наиболее богаты видами и родами одиночных пчел – в среднем 300–500 видов для каждой местности [4, 5]. Однако в условиях агроландшафтов отмечается значительное уменьшение разнообразия видов и численности пчел по сравнению с естественными их местообитаниями, и требуется их охрана [5–9].

Распаханность земель в Предкавказье составляет 50–80% [2], что позволяет рассматривать всю территорию как единый агроландшафт, нуждающийся в рациональ-

ном управлении численностью полезных и вредных организмов.

Нами ранее был установлен видовой состав одиночных пчел и шмелей, плотность распространения их в посевах культур. В фауне пчел Центрального Предкавказья насчитывается более 330 видов пчел 46 родов из 6 семейств [4]. В семействе Colletidae выявлены пчелы двух родов – *Colletes* (5 видов) и *Hylaeus* (12). В семействе Andrenidae – роды *Andrena* (70), *Melitturga* (2), *Panurgus* (2), *Panurginus* (1), *Camptopoeum* (1). В семействе Halictidae – роды *Halictus* (10), *Lasioglossum* (18), *Evyllaes* (28), *Vestitohalictus* (1), *Seladonia* (15), *Sphexodes* (16), *Nomioides* (2), *Nomia* (2), *Dufourea* (1), *Halictoides* (2), *Rophites* (1), *Rophitoides* (1), *Systropha* (1). В семействе Melittidae – роды *Melitta* (2), *Dasypoda* (4), *Macropis* (1). В семействе Megachilidae – роды *Liturgus* (1), *Trachusa* (1), *Anthidium* (3), *Stelis* (2), *Chelostima* (2), *Heriades* (2), *Hoplitis* (6), *Anthocopa* (4), *Osmia* (20), *Megachile* (15), *Coelioxys* (12). В семействе Apidae – роды *Nomada* (10), *Biastes* (1), *Tetralonia* (6), *Eucera* (10), *Amegilla* (2), *Anthophora* (3), *Melecta* (1), *Ceratina* (4), *Xylocopa* (3), *Apis* (1), *Bombus* (20), *Psityrus* (2). Доминируют виды пчел семейств Andrenidae и Halictidae. Высокоэффективными опылителями растений являются шмели [7–9]. В зоне исследований нами выявлено 20 видов шмелей, в том числе занесенных в Красные книги России и Ставропольского края [5, 6].

По частоте встречаемости пчелы региона на основе анализа 12890 экз. коллекции были разделены нами на 5 классов обилия: встречающиеся единично (30,0%), редкие (37,2%), со средним обилием (19,3%), обычные (11,5%), массовые (1,8%).

Система мероприятий по охране пчел и шмелей должна строиться на сохранении мест природной резервации опылителей, возможности расширения сети лесополос и плодовых насаждений. Размещение полей целесообразно площадями 30–50 га, полосами вдоль оврагов, балок, неудобий и пастбищ, где пчелиные гнездятся в почве или в тростнике. При этом комплекс агроландшафтных мероприятий включает выявление и охрану колоний землероющих и стеблевых пчел, охрану и привлечение шмелей. Общий комплекс хозяйственных агроландшафтных мероприятий должен дополняться специальными мерами по охране и привлечению опылителей и энтомофагов. Это будет также способствовать росту численности природных энтомофагов, обычно питающихся на стадии имаго нектаром и пыльцой цветковых растений. Присутствие энтомофагов в достаточном

количестве позволит ограничивать обработки посевов всех культур пестицидами, особенно учитывая требования органического земледелия [10, 11]. Доказана высокая токсичность для диких пчел неоникотиноидов в летний период [12].

В целом состояние популяций одиночных пчелиных региона можно характеризовать как удовлетворительное. По нашим расчетам при условии насыщенного опыления растений в Центральном Предкавказье можно получать урожаи семян гречихи в среднем 10–20 ц/га вместо 3–4, подсолнечника – 10–12 ц/га вместо 7–8, горчицы – 7–8 вместо 3–4 ц/га, кориандра – до 13 ц/га вместо 4–5 получаемых фактически. При высокой плотности одиночных пчелиных в краевых полосах (50–100 м) посевов наблюдается рост биологического урожая, снижение доли шуплых семян, повышение всхожести и энергии прорастания семян гречихи, подсолнечника, рапса, эспарцета. А на расстоянии 200 м от края поля по сравнению с краевой полосой масса 1000 семян подсолнечника снижалась на 25,4%, гречихи – на 25,0%, озимого рапса – на 25,9%. Всхожесть семян и энергия прорастания при интенсивном опылении в основном дикими пчелиными повышалась на 15–30% [10].

Для производства экологически чистой продукции полевых культур в органическом земледелии, на наш взгляд, необходимы в первую очередь специализированные севообороты, основу которых должны составлять: зерновые, бобовые, кормовые, крупяные, масличные и медоносные культуры. Они должны отвечать следующим требованиям: не поражаться или слабо поражаться болезнями и вредителями, привлекать в период цветения полезную энтомофауну. В этом севообороте должны присутствовать медоносные культуры, такие как подсолнечник, озимый рапс, эспарцет, редька масличная (как сидерат), фацелия. Такой богатый набор медоносов может не только обеспечить стабильный конвейер медосбора, но и позволит сохранять и накапливать в агроценозе полезную энтомофауну, включая диких опылителей и энтомофагов. В центре такого севооборота необходимо предусмотреть выводное поле восстановленной агростепи, а по периметру полей – разнотравные полосы, обладающие большим разнообразием травянистых дикорастущих растений. Здесь будет накапливаться полезная энтомофауна, в том числе энтомофаги и дикие пчелиные [11].

Чем более разнообразен набор культур в структуре посевов, сохранена сеть лесо-

полос, сохраняются участки природной или восстановленной агростепи, создаются продуманные конвейеры цветения культур, тем лучше будет состояние популяции опылителей и полезных насекомых [10, 12]. При формировании агроландшафтов необходим отказ от крупных полей, монокультур или близкородственных неэнтомофильных культур, например зерновых колосовых. По нашим данным оптимальный размер полей с точки зрения эффективной деятельности опылителей должен составлять от 5–10 до 20–30 га в зависимости от культуры. Конфигурация поля желательна вытянутая, а не квадратная, повторяющая контуры оврагов, зарослей кустарно-древесной и травянисто-кустарниковой природной растительности, целинных степных участков. Ширина посевов – до 500 м [10].

При размещении культур необходимо стремиться к равномерному распределению в ландшафте энтомофильных культур (люцерна на семена, гречиха, донник, фацелия, лядвенец, эспарцет, подсолнечник и др.) с неэнтомофильными (свекла, зерновые, картофель, горох и др.), чередовать культуры и в севообороте. Выводить из севооборота многолетние бобовые культуры необходимо постепенно, скашивая и запахивая до 1/3–1/2 поля, чтобы дать возможность опылителям переселиться на новые поля, а новые поля семенников многолетних энтомофильных культур следует размещать не далее 1 км от прежних с целью обеспечения переселения на них пчел. Посев этих культур по возможности производить под зиму, чтобы уже в первый год добиться цветения. На посевах энтомофильных культур, поддерживая высокую культуру земледелия, предпочтительнее обходиться без обработок химическими инсектицидами, заменяя биологическими. При необходимости вести опрыскивания в вечернее и ночное время. Агротехнические меры ухода за посевами многолетних бобовых трав – вычесывание, рыхление – желательно проводить поздней осенью или ранней весной с одновременной заделкой органических или гранулированных удобрений, чтобы не разрушать гнезд опылителей. Если на семена оставляют второй укос, то при первом укосе скашивать участок, оставляя полосы цветущей культуры. Опрыскивание обочин полей и дорог, шлейфов лесополос, энтомофильных культур гербицидами, как веществами губительно действующими на почвогнездящихся пчел, следует по возможности ограничить. Обработки химическими инсектицидами и фунгицидами проводить лишь при превышении ЭПВ вредных объ-

ектов. Стремиться к замене химических средств защиты растений биологическими.

Особенно актуальна охрана шмелей, как наиболее эффективных опылителей, в то же время требующих соблюдения определенных мер по их охране. Участки, где была зарегистрирована высокая численность гнезд шмелей, особенно занесенных в Красные книги, подлежат охране в качестве энтомологических заказников или микрозаповедников. Без производственной необходимости не производить рубку старых деревьев, распашку целинно-залежных участков, где гнездятся шмели. Привлечению шмелей на посевы способствует экологическое разнообразие агроландшафтов, наличие цветочного конвейера, отмена пестицидных обработок. Возможно создание и использование искусственных шмелёвников и подвоз их к посевам цветущих культур. В настоящее время ряд фирм предлагает семьи шмелей для опыления подсолнечника, но это мероприятие еще недостаточно оценено с точки зрения возможного нарушения равновесия в экосистемах.

Концепция мониторинга популяций опылителей в агробиоценозах включает долгосрочные и краткосрочные мероприятия, направленные на 1) сохранение цветущей растительности в агроценозах в течение вегетационного сезона и 2) обеспечение мест для гнездования пчелиных (таблица).

К долгосрочным относятся оптимизация агроландшафта, структуры посевов и севооборота, максимальное сохранение естественной степной или искусственно воспроизведенной степной растительности. Краткосрочные мероприятия проводятся постоянно и ежегодно. Они в каждом году должны быть направлены на рациональное построение севооборота и размещения участков энтомофильных культур блоками, использование вытянутой вдоль лесополос конфигурации полей, шириной до 500 м, по возможности замену сплошного способа посева широкорядным, что улучшит питание растений, цветение, выделение нектара, привлекательность для питания и гнездования пчел.

Важнейшим мероприятием является отказ от применения пестицидов I–III классов опасности на посевах медоносов во время цветения и в местах резервации пчел и шмелей (лесополосы, овраги, пустоши, залежи и др.). Необходим запрет на применение высокотоксичных для диких пчел неоникотиноидов в летний период [12]. С целью краткосрочного прогноза плотности пчел и урожая на посевах медоносных культур проводят учеты численности опылителей.

Схема мониторинга и управления популяциями опылителей в агроландшафте

Группа мероприятий	Действия	Цель
Долгосрочные (организационные, агроэкологические)	1. Формирование структуры агроландшафта. Оптимально высокая доля энтомофильных культур, цветущих в разные сроки. 2. Сохранение целинной и залежной разнотравной растительности. 3. Создание дополнительной постоянной медоносной базы в ландшафте хозяйств	Оптимизация агроландшафта для сохранения в нем биологического разнообразия компонентов и экологического равновесия
	1. Сохранение лесополос и возобновление утраченных, сохранение кустарниковой поросли и разнотравья на обочинах (шлейфах) от вырубки, выжигания и обработки гербицидами, скашивания в период цветения. 2. Выявление и охрана колоний пчел и шмелей. 3. Создание микрозаповедников и заказников на естественных или восстановленных степных разнотравных участках	Сохранение мест резерваций опылителей и энтомофагов в агроландшафте. Накопление полезной биоты в ландшафте
Краткосрочные (оперативные)	1. Планирование размещения энтомофильных культур для организации цветущего конвейера. 2. Оптимально небольшие площади (20–50 га) полей под ширококормными посевами вдоль лесополос и оврагов. 3. Вытянутая конфигурация полей энтомофильных культур с шириной до 500 м. 4. Биологизированная защита растений при соблюдении порогов вредоносности вредителей, а при химической борьбе использование препаратов IV класса опасности и биологических, проведение обработок в вечерние и ночные часы. 5. Мониторинг численности опылителей на посевах. Подвоз пчел при необходимости	Повышение опыления и урожайности нектароносных культур. Охрана опылителей и энтомофагов. Снижение пестицидной нагрузки на агроландшафты

**Заключение**

Мониторинг одиночных пчелиных в Центральном Предкавказье позволяет предложить мероприятия по их охране и повышению эффективности опыления энтомофильных культур, особенно при переходе к органическому земледелию. Система охраны состоит из долгосрочных организационных, или агроэкологических, и краткосрочных, или оперативных, мероприятий. Наиболее эффективными мерами по сохранению пчелиных в агробиоценозах Предкавказья являются увеличение доли энтомофильных культур в структуре посевов, восстановление флористического разнообразия, в том числе методом агростепей, поддержание режима заказников на участках степной растительности, охрана лесополос, исключение обработок пестицидами во время цветения.

**Список литературы**

1. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1971. 424 с.  
2. Дзыбов Д.С. Агростепи: монография. Ставрополь: АГРУС, 2010. 256 с.  
3. Пчеловодство в Ставропольском крае. [Электронный ресурс]. URL: <http://ylejbees.com/index.php/pchelovodstvo-v-mire/1026-pchelovodstvo-stavropolskogo-kraja> (дата обращения: 30.05.2019).

4. Ченикалова Е.В. Биоразнообразие диких пчелиных в Центральном Предкавказье и пути их охраны // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: Сб. матер. Международной научно-практической конференции / Под ред. д.б.н. А.С. Замотайлов, к.б.н. М.И. Шاپовалов. Майкоп: Изд-во АГУ, 2013. С. 129-131.  
5. Карцев В.М., Ахатов А.К., Фарафонова, Г.В. Насекомые европейской части России: Атлас с обзором биологии. М.: Фитон XXI, 2018. 568 с.  
6. Насекомые Красной книги России. [Электронный ресурс]. URL: <https://givnost.ru/nasekomye-krasnoj-knigi-rossii/> (дата обращения: 27.06.2019).  
7. Богатырев Н.Р. Прикладная экология шмелей. Новосибирск: Изд-во Городского центра развития образования, 2001. 160 с.  
8. Левченко Т.В. Материалы по фауне пчел (Hymenoptera: Apoidea) Московской области. 3. Семейство Apidae. Род *Bombus* Latreille, 1802 // Эверсмания. 2012. Вып. 31–32. С. 72–88.  
9. Добролюбова Т.В. Шмели (Hymenoptera: Apidae, Bombini) Пензенской области и роль Государственного заповедника «Приволжская лесостепь» в их охране // Известия вузов. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. № 2 (10). С. 42–52.  
10. Ченикалова Е.В. Пчелиные (Hymenoptera, Apidae) Центрального Предкавказья, их эколого-биоценологическое значение в агроландшафтах: дис. ... докт. биол. наук. Ставрополь, 2005. 377 с.  
11. Черкашин В.Н. Севооборот как основа органического земледелия при выращивании экологически чистой продукции растениеводства // Известия Оренбургского ГАУ. 2017. № 4 (66). С. 28–30.  
12. Артохин К.С., Игнатова П.К., Колесников С.И., Терсков Е.Н. Экологизация химической защиты растений от вредителей // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2013. № 2 С. 48–52.