

*М. А. ПРОСКУРЯКОВ***АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МОНИТОРИНГА МЕДОНОСНОЙ БАЗЫ***(Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК)*

Обоснована актуальность мониторинга нектаровыделения в связи с надвигающимися глобальными изменениями климата. На примере модельного объекта тугайных растительных сообществ Южного Прибалхашья рассмотрены задачи исследований в этом направлении. Определены перспективы научного и прикладного использования результатов мониторинга медоносной базы в новых климатических условиях.

Известно, что нектаровыделение – неотъемлемая составная часть процесса размножения энтомофильных растений. Без нектара насекомые не перенесут пыльцу к семяпочкам. Не станет семян. Прекратится репродукция растений. Вместе с тем для нормального протекания нектаровыделения растениям необходимы соответствующие погодные условия. Определенные условия необходимы и для насекомых опылителей. В результате процесс опыления протекает сложно, на стыке взаимодействия двух систем – растений и насекомых. Здесь имеют место многофакторные зависимости. Сам же результат их взаимодействия является наиболее уязвимым, непрочным звеном во всей цепи размножения растений, итогом многогранной и длительной адаптации к среде обитания и друг к другу как растений, так и насекомых.

В связи с тем что преобладающая часть растительного покрова земного шара формируется именно с участием насекомоопыляемых растений, мониторинг нектаровыделения проводится уже давно. Однако работа в данном направлении проводилась для уже сложившихся, а не меняющихся климатических условий. Вопросы же мониторинга нектаровыделения при глобальных изменениях климата пока не ставились.

Между тем, надвигающиеся глобальные изменения климата определяют появление и новых актуальных проблем. Причем на данном этапе еще неясно, в какую сторону будет меняться климат – в сторону похолодания или потепления. Или же для разных регионов земного шара эта тенденция будет различной. Поэтому исходя из изложенного, на наш взгляд, проблема мониторинга нектаровыделения для прогнозирования трансформации медоносной базы и растительного покрова Земли под влиянием глобальных изменений климата должна

занять одно из первоочередных мест. Решение этой проблемы важно не только для поддержания устойчивого развития хозяйственной деятельности. Оно позволит предвидеть и ослаблять последствия катастрофической (вплоть до опустынивания) трансформации растительного покрова и среды обитания человека, причем на самом раннем этапе – репродукции растений.

Задачи и в связи с этим методологические решения мониторинга медоносной базы при глобальных изменениях климата представляются уже другими. В числе первоочередных стоит **задача создания унифицированной контрольной базы данных по динамике и закономерностям нектаровыделения в период, когда глобальных изменений климата еще не происходило.** Такая база данных нужна для объективного определения тенденции устойчивых изменений растительного покрова под действием меняющихся климатических факторов. Далее следует **задача выполнения прогноза трансформации растительного покрова под влиянием глобальных изменений климата.** Затем **задача выявления индикаторных видов растений, по изменению нектаровыделения которых можно уверенно судить о начале наступления трансформации растительности при глобальных изменениях климата.** Конечной задачей мониторинга будет **разработка мероприятий по сохранению и поддержанию устойчивости среды обитания человека и его производственной деятельности.**

Особенности решения перечисленных задач можно проиллюстрировать на модельном объекте. Для этого воспользуемся результатами проведенных автором 14-летних преемственных наблюдений.

Модельный объект представляет собой тугайные растительные сообщества Южного При-

балхашья, расположенные в дельте р. Или и ее притоков (Топар, Жидели, Кетпенкалды и др.). В этой местности медоносные растения, несмотря на жаркий, пустынный климат, не испытывают недостатка в почвенной влаге, так как грунтовые воды залегают близко к поверхности и корни растений легко достигают их. Наиболее существенные отличия в среде обитания по годам наблюдений возникают в результате воздействия максимальных суточных температур воздуха [1–3].

Основные медоносы выявлялись по литературным данным [4–6] и результатам полевых наблюдений. Определение режима поддерживающего и продуктивного нектаровыделения, изучение динамики нектаровыделения в растительных сообществах велось по общепринятым методикам [7–9] путем измерения привеса контрольного улья с сильной семьей пчел. Такой методический прием позволил более адекватно оценить продуктивность нектаровыделения именно как результата взаимодействия растений и насекомых-опылителей. Фенологические и метеорологические наблюдения выполнялись согласно имеющимся методическим указаниям [10,11]. Статистическая обработка материалов проводилась по Б. А. Доспехову [12].

С общебиологических позиций угнетающее действие высоких температур на жизнедеятельность растительных организмов не в связи с их обезвоживанием широко рассматривалось физиологами [13]. Было экспериментально доказано, что под действием супероптимальных температур (свыше 30 °С) подавляются общая синтетическая способность растений, интенсивность фотосинтеза и дыхание. Нарушается сопряженность окислительных и синтетических процессов, тормозятся рост и развитие растений, снижается их иммунитет. Поэтому в наших исследованиях большое внимание уделялось зависимости медоносной базы от влияния именно температуры воздуха свыше 30 °С.

Было установлено, что в формировании медоносной базы Южного Прибалхашья участвует свыше 24 видов растений. Значительная их часть в годы с типичными погодными условиями обеспечивает нектаровыделение, лишь поддерживающее развитие пчелосемей (до 1 кг нектара на пчелосемью в сутки). Продуктивное нектаровыделение, обеспечивающее суточный привес свыше 1 кг нектара на пчелосемью, устойчиво фор-

мируется весной (май) песчаной акацией (*Ammodendron argenteum* (Pall.) Kuntze) и чингилом серебристым (*Halimodendron halodendron* (Pall.) Woss.), а в период главного медосбора (июнь-июль) – кендырем ланцетолистным (*Apocynum lancifolium* Russan.), верблюжьей колючкой (*Alhagi kirghisorum* Schrenk), цинанхумом сибирским (*Cynanchum sibiricum* Willd.), карелинией каспийской (*Karelinia caspia* (Pall.) Less.), гребенщиком многоцветковым (*Tamarix ramosissima* Ledeb.), осенью (сентябрь) – сосюреей солончаковой (*Saussurea salsa* (Pall.) Spreng.). В некоторые годы при благоприятных условиях отдельные виды медоносных растений из разряда поддерживающих переходят в продуктивные. В целом же основные ландшафтообразующие и доминирующие виды растений региона представлены именно медоносами.

Накопленный с 1993 по 2006 г. массив наблюдений включает материалы круглосуточных регулярных измерений температуры воздуха, ежедневных оценок продуктивности нектаровыделения и фаз развития растений. Это позволило исследовать характер нектаровыделения растительных сообществ в широком диапазоне температурного режима местности.

Как показал опыт наших исследований, для решения задачи создания контрольной базы данных нужно использовать накопленные многолетние материалы по годичной динамике нектаровыделения как растительных сообществ в целом, так и составляющих их видов, а также результаты фенологических наблюдений за цветением медоносов, метеорологических наблюдений и пр. При этом целесообразно охватить как можно больший диапазон лет наблюдений, чтобы он отражал всю амплитуду погодной изменчивости ранее сложившегося климата местности и реакции растений на нее, пока еще не наступила глобальная трансформация климата Земли. Несколько примеров фрагментов такой базы данных представлены в виде графиков динамики медосбора и температурного режима местности (см. рис. 2,3). Наличие контрольной базы данных и ее регулярные сравнения с накапливающейся (по той же схеме) базой данных в период наступления глобальных изменений климата позволят оценить скорость происходящих изменений, их направленность и мощность, а также ориентироваться в выработке мероприятий по ослаб-



Рис. 1. Зависимость длительности продуктивного нектаровыделения от количества дней с максимальной температурой выше 30 °C в июне-июле

лению последствий меняющегося климатического режима.

Для создания контрольной базы данных в масштабе всей территории Земли могут быть широко привлечены материалы наблюдений пчеловодов-практиков. Фактически эта важнейшая часть работы по сбору необходимых данных ими уже выполнена. Нужно лишь систематизировать и унифицировать результаты под новым углом зрения, привязать их к данным метеонаблюдений, спроектировать сеть контрольных центров, репрезентативно охватывающую широкий экологический полигон.

Задачу определения критических пороговых значений климатического режима, при которых может происходить связанная с нектаровыделением трансформация растительного покрова, можно решать на основе исследований адаптации медоносов к погодным условиям, даже в период до начала глобальных изменений климата. Для иллюстрации одного из вариантов такого решения рассмотрим изображенную на графике (рис. 1) зависимость нектаровыделения растений от температурного режима местности нашего модельного объекта. По оси абсцисс на графике отложено суммарное за июнь и июль количество дней с температурой воздуха выше 30 °C в тени, а оси ординат – количество дней продуктивного (свыше 1 кг/сут на контрольном улье) нектаровыделения за эти же месяцы.

Приведена на рис. 1 линия регрессии рассчитана по многолетним данным фактических наблюдений. Как видно, в изученном районе длительность периода продуктивного нектаровыде-

ления весьма существенно и притом нелинейно зависит от суммарной длительности периода с температурой свыше 30 °C в июне – июле. Теснота этой связи близка к функциональной и составляет около 70% (коэффициент корреляционного отношения равен $0,69 \pm 0,27$) от полной неразрывной, при которой коэффициент корреляционного отношения равен единице. Связь эта статистически достоверна на 95%-ном уровне доверия, так как $T_{\text{факт}} = 2,56$ больше $T_{0,05\text{табл}} = 2,365$. Представленные результаты исследований важны в том отношении, что они отражают выработанную в процессе эволюции картину адаптации медоносов к погодным колебаниям климата местности, причем за миллионы лет их прежнего существования, пока климат оставался неизменным.

Анализируя данные рис. 1, можно констатировать следующее. При «прохладном» лете, когда в июне-июле имеются 17–24 дня с максимальной суточной температурой выше 30 °C, длительность периода продуктивного нектаровыделения (более 1 кг/сут) оказывается самой низкой. С повышением прогрева местности, когда число дней с температурой выше 30 °C в июне-июле возрастает от 22 до 28, длительность продуктивного нектаровыделения резко увеличивается до максимальных значений. Например, уже при наличии в июне-июле 28 дней с максимальной температурой выше 30 °C будет наблюдаться в среднем 40 дней с продуктивным нектаровыделением. Такая высокая «урожайность» нектара сохраняется в годы, когда суммарная длительность периода с температурой суток выше 30 °C в июне-июле варьирует в диапазоне 28–32 сут. Этот режим прогрева воздуха следует считать оптимальным для нектаровыделения в данном районе и при данном режиме климата. Именно к нему адаптировано большинство медоносных растений региона. С увеличением числа дней с температурой выше 30 °C нектаровыделение у растений угнетается. Так, уже при наличии 45 дней июня-июля с максимальной температурой выше 30 °C длительность продуктивного нектаровыделения снижается до 34 дней.

Таким образом, рассмотренный методический подход позволяет ориентироваться в оценке критических пороговых значений экологического режима при которых наступит необратимая трансформация существующей растительности.

Становится ясно, что в нашем случае (см. рис. 1) более быстрое ухудшение нектаровыделения произойдет, если климат будет меняться в сторону похолодания (когда длительность периода июня-июля с температурой выше 30 °С станет опускаться ниже 28 дней). При потеплении климата и соответственно увеличении периода с температурой выше 32 °С нектаровыделение также будет снижаться, но медленнее. Существенное угнетение нектаровыделения произойдет только после значительного увеличения (до 35 дней) длительности периода июня-июля с температурой выше 30° (рис.1). Очевидно, что эти значения действующего фактора и будут являться пороговыми. На их границе наступит существенная трансформация растительных сообществ под влиянием глобальных изменений климата.

В общем же виде, как представляется, для любого участка земной территории весь предыдущий период существования растений на нем приводит к естественному отбору группы видов, наиболее приспособленных именно к средним погодным условиям климатического режима. Поэтому при наступлении глобального изменения климата Земли его любое отклонение (в сторону потепления или похолодания) приведет к угнетению растительного покрова. В результате снизится и его репродуктивная способность. Начнется деградация ценопопуляций. Растительный покров будет устойчиво и необратимо трансформироваться вплоть до опустынивания местности.

Выявленные закономерности и материалы накопленной контрольной базы данных можно использовать для решения третьей задачи мониторинга: **прогноза направления трансформации медоносной базы (и растительности в целом) под действием глобальных изменений климата.** Появляется возможность определить дальнюю перспективу изменений в нектаровыделении под действием происходящих глобальных изменений климата. Причем сделать это можно именно на уровне, определяемом адаптацией медоносов. Для этого, как представляется, надо построить по той же схеме (см. рис.1) корреляционную зависимость уже в период, когда начались изменения климата местности, а затем сравнить и обобщить результаты совместно с контрольными, когда климат еще не менялся.

Рассмотрим теперь особенности следующей

из отмеченных выше задач мониторинга – **выявления индикаторных видов растений, по которым можно определить начало необратимых изменений растительного покрова при глобальных изменениях климата.** Очевидно, что в качестве индикаторных видов целесообразно брать такие, которые выделяют нектар в самое жаркое время лета и вместе с тем дают высокий «урожай» нектара. Кроме того, индикаторный вид должен обладать наибольшей чувствительностью к изменчивости температурных условий. Иными словами, факт угнетения его репродукции на этапе опыления должен проявляться раньше, чем у других видов. Тогда его реакция будет сигналом о наступлении реальной опасности начала трансформации растительного покрова.

Для решения такой задачи целесообразно использовать накопленную контрольную базу данных, отражающую зависимость нектаровыделения от температурного режима в разные годы и материалы фенологических наблюдений. В качестве иллюстрации вернемся к нашему модельному объекту.

Представленные на рис. 2, 3 материалы динамики нектаровыделения и максимальной температуры воздуха в жаркое и прохладное лето позволяют констатировать следующее. В жаркое лето (рис. 2) в течение июля-июня суммарное количество дней с максимальной температурой, равной 30 °С, и более составляет 27. Как и следовало ожидать из представленного выше (см. рис. 1)

Графика, с этим оказалась связанной очень высокая продуктивность нектаровыделения. Наоборот, в холодное лето (см. рис. 3) в июне-июле было всего 9 дней с температурой равной и выше 30 °С. Это привело к тому, что с 11 по 20 июля нектаровыделение полностью прекратилось. В целом же в июне-июле оно было сильно угнетенным, что также согласуется с рассмотренными выше закономерностями, иллюстрируемыми рис.1.

Собранные материалы фенологических наблюдений позволили установить, что в холодное лето полное прекращение нектаровыделения соответствует срокам цветения верблюжьей колючки. И действительно, нектара ее цветы не выделяли и пчелы их не посещали. Поэтому в наблюдаемый год цветки данного вида не были опылены. Семена не завязались. Он полностью выпал

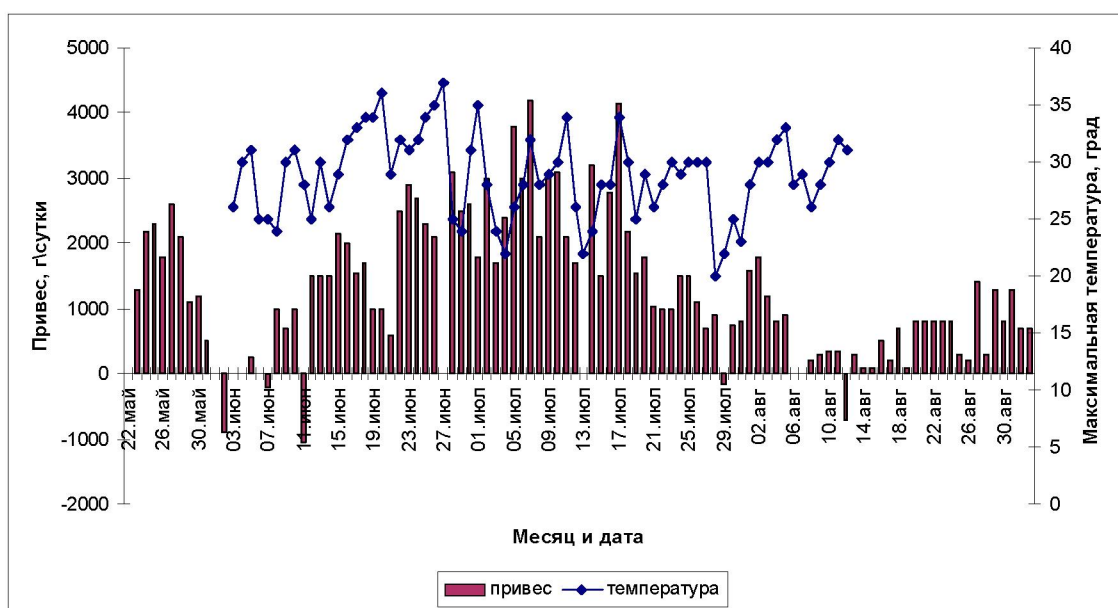


Рис. 2. Динамика нектаровыделения и максимальной температуры воздуха в жаркое лето

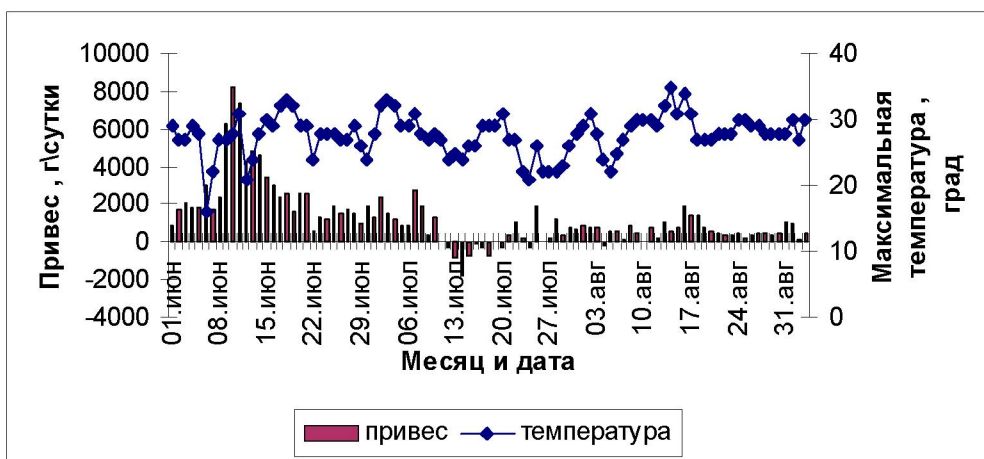


Рис. 3. Динамика нектаровыделения и максимальной температуры воздуха в холодное лето

из репродуктивного процесса в сообществах. Это нанесло серьезный ущерб его биологической устойчивости. Возобновление верблюжьей колючки поддерживалось главным образом за счет почвенного запаса семян прошлых лет.

В жаркое лето (см. рис. 2) верблюжья колючка начала цвести с 23 июня, а со 2 июля начался обильный принос нектара с нее, который продолжался до 12 июля. В результате, как видно на рис.2, нектаровыделение в этот период было максимальным. Соответственно год оказался наиболее благоприятным и для репродукции. Семян было много.

Становится ясно, что в наиболее жаркие месяцы (июнь-июль) наиболее чувствительной к

режиму максимальной температуры воздуха оказалась верблюжья колючка. Причем под действием температурного фактора этот вид меняет интенсивность нектаровыделения от максимальных до нулевых значений. Верблюжья колючка повсеместно распространена в данном регионе, часто доминирует в растительных сообществах, нередко определяет продуктивность главного медосбора. Поэтому в дальнейших исследованиях ей целесообразно уделить наибольшее внимание как основному, наиболее информативному индикаторному объекту мониторинга.

Таким образом, рассмотренный материал позволяет убедиться, что проблема мониторинга нектаровыделения для прогнозирования транс-

формации растительного покрова Земли под влиянием глобальных изменений климата является одной из центральных и актуальных. Работу в этом направлении необходимо развернуть как можно скорее и шире, прежде всего потому, что ее решение позволит предвидеть пути трансформации растительного покрова земного шара на самом раннем этапе, даст возможность предугадать и ослабить последствия такой трансформации. Будет более глубоко выяснена роль природного варьирования температурного режима в репродукции растительных сообществ и их биологической устойчивости.

Основными задачами исследований для решения проблемы мониторинга нектаровыделения в условиях глобальных изменений климата следующие: 1. Создать контрольную базу данных по динамике и закономерностям нектаровыделения в период, когда глобальных изменений климата еще не происходило. 2. Выполнить прогноз трансформации растительного покрова под влиянием глобальных изменений климата. 3. Выявить индикаторные виды растений, по изменению нектаровыделения которых можно уверенно судить о начале наступления трансформации растительности при глобальных изменениях климата. 4. Разработать мероприятия по сохранению и поддержанию устойчивости среды обитания человека и его производственной деятельности в новых климатических условиях.

В число таких мероприятий, как представляется, должны быть включены и проекты по интродукции новых видов растений, более приспособленных к меняющемуся климатическому режиму.

В прикладном аспекте результаты мониторинга могут быть использованы как научная основа для прогнозирования и выполнения работ по сбору нектара, создания рациональной системы пчеловодческого хозяйства в регионах, прогнозирования изменений продуктивности медоносной базы пчеловодства с учетом изменений климата местности и погодных условий. При ведении лесного хозяйства, а также в заповедниках и заказниках важно также учитывать, что биологическая устойчивость основных насекомоопыляемых видов растений напрямую связана с их нектаровыделением и качеством опыления. Заготовку семян и их использование для восстановления растительного покрова целесообразно осуществлять с учетом природного варьирования продуктивности нектаровыделения.

На определенных этапах глобальных изменений климата мероприятия по поддержанию биологической устойчивости, содействию естественному возобновлению насекомоопыляемых растительных видов должны включать широкое привлечение и использование пчеловодства. Для этого уже теперь целесообразно приступить к созданию необходимой законодательной базы, стимулирующей развитие пчеловодческих хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Проскуряков М.А.* Роль температурного режима в изменчивости медоносной базы Южного Прибалхашья // Изв. НАН РК. Сер. биол. и мед. 2005. С. 10-17.
2. *Проскуряков М.А.* Влияние режима максимальной температуры воздуха на продуктивность медоносной базы Южного Прибалхашья // Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане: Мат-лы междунар. конф. Алматы, 2002. С. 313-315.
3. *Проскуряков М.А.* Температурный оптимум для нектаровыделения в Южном Прибалхашье // Изучение растительного мира Казахстана и его охрана. Мат-лы междунар. конф. Алматы, 2003. С. 288-290.
4. *Миньков С.Г.* Медоносные растения Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1974. 300 с.
5. *Хамидов Г.* Медоносные ресурсы Узбекистана и пути их рационального использования: Автореф. дис. ... д. б. н. Ташкент, 1988. 48 с.
6. *Булгакова Л.Л.* Медоносы кочевого пчеловодства. Ташкент: Мехнат, 1989. 203 с.
7. *Глухов М.М.* Важнейшие медоносные растения и способы их разведения. М.: Сельхозгиз, 1937. 529 с.
8. *Пономарев А.Н.* Изучение цветения и опыления у растений // Полевая геоботаника. Т. II. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1960. С. 9-20.
9. *Котова Г.Я.* Медоносная база пчеловодства // Справочник по пчеловодству. М.: Колос, 1985. С. 162-177.
10. *Бейдеман И.Н.* Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. Т. II. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1960. С. 333-363.
11. *Костюкевич Н.И.* Лесная метеорология. Минск: Высшая школа, 1975. 289 с.
12. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1987. 336 с.
13. *Манойленко К.В.* Эволюционные аспекты проблемы засухоустойчивости растений. Л.: Наука, 1988. 244 с.

Резюме

Климаттың өзгеруіне байланысты өсімдіктер жамылғысының трансформациясын болжауда нектар түзу мониторингінің болашағы мол ғылыми бағыт екендігінің өзекті міндеттері негізделген.

Summary

Actual tasks perspective line of investigation – monitoring of nectar secretion – for predicted plant cover transformation at global climate fluctuation were grounded.