

Проскуряков М.А. Роль температурного режима в изменчивости медоносной базы Южного Прибалхашья

Статья. — Известия НАН РК, серия биол. и медиц. — 2005. — № 1 (247). — Алматы. — С. 10-17.

В статье на основе материалов 12-летних исследований в период глобального потепления климата уточнен видовой состав медоносов Южного Прибалхашья. Выявлены закономерности изменчивости нектаровыделения на видовом уровне и на уровне совокупности всех медоносов в сообществе. Впервые дана оценка тесноты связи продуктивности медоносной базы с температурным режимом местности. Установлен нелинейный характер этой связи. Показаны пути трансформации медоносной базы в зависимости от изменения климата. Рассмотрены перспективы использования полученных результатов в фундаментальных исследованиях, методологии, для целей мониторинга растительных сообществ, а также разработки научной основы системы рационального ведения пчеловодства, лесного и сельского хозяйства в регионе.

Далее следуют материалы опубликованного файла статьи.

М. А. ПРОСКУРЯКОВ

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ИЗМЕНЧИВОСТИ МЕДОНОСНОЙ БАЗЫ ЮЖНОГО ПРИБАЛХАШЬЯ

(Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК)

Автором на основе 12-летних исследований уточнен видовой состав медоносов Южного Прибалхашья. Выявлены закономерности изменчивости нектаровыделения на видовом уровне и на уровне совокупности всех медоносов в сообществе. Впервые дана оценка тесноты связи продуктивности медоносной базы с температурным режимом местности. Определен нелинейный характер этой связи и установлена отображающая ее линия регрессии. Показаны возможности изменения медоносной базы в зависимости от изменения климата местности. Рассмотрены перспективы использования полученных результатов в фундаментальных исследованиях, методологии, для целей мониторинга растительных сообществ, а также как научной основы для разработки системы рационального ведения пчеловодства, лесного и сельского хозяйства в регионе.

Влияние температуры воздуха на нектаровыделение у некоторых видов растений в аридных условиях констатировалось рядом исследователей Средней Азии и Казахстана [1–4]. Однако характер природной изменчивости медоносной базы в зависимости от температурного режима в условиях жаркого климата остается пока не изученным. Вместе с тем именно решение этой проблемы даст научную основу для разработки технологии рационального использования медоносной базы, позволит пополнить фундаментальные знания о репродукции и адаптации медоносных растений, биологической устойчивости их сообществ, а также углубить методологическую основу мониторинга растительного покрова, формирующегося с участием медоносных растений. Поэтому цель данной работы состояла в исследовании зависимости медоносной базы Южного Прибалхашья от воздействия высоких температур.

Объектом исследований были медоносные растения тугайных растительных сообществ, расположенных в дельте р. Или и ее притоков (р. Топар, Жидели, Кетпенкалды и др.). В этой местности медоносные растения, несмотря на жаркий 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.

Материалами для исследований послужили результаты проведенных автором 12-летних (с 1993 по 2004 г.) наблюдений. Основные медоносы выявлялись по литературным данным и результатам полевых наблюдений. Определение режима поддерживающего и продуктивного нектаровыделения, изучение динамики нектаровыделения в растительных сообществах велись по общепринятым методикам [1, 5] путем измерения привеса контрольного улья с сильной семьей пчел. Фенологические наблюдения и метеонаблюдения

выполнялись согласно методическим указаниям [6, 7]. Статистическая обработка материалов проводилась по Б. А. Доспехову [9].

С общебиологических позиций угнетающее действие высоких температур на жизнедеятельность растительных организмов не в связи с их обезвоживанием широко рассматривалось физиологами [8]. 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 лимитирующего влияния именно температуры воздуха свыше 30 °С.

Было установлено, что в формировании медоносной базы Южного Прибалхашья участвует свыше 24 видов растений. Наибольшая их часть в годы с типичными погодными условиями обеспечивает нектаровыделение, лишь поддерживающее развитие пчелосемей (до 1 кг нектара на пчелосемью в сутки). К числу этих видов относятся лох остроплодный (*Elaeagnus oxycarpa* Schlecht.), селитрянка Шобера (*Nitraria schoberi* L.), астрагал коротконогий (*Astragalus brachypus* Schrenk), ломонос восточный (*Clematis orientalis* L.), солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fish.), парнолистник обыкновенный (*Zygophyllum fabago* L.), кермек ушастый (*Limonium otolepis* (Schrenk) Kuntza), сусак зонтичный (*Butomus umbellatus* L.), остролодочник пушистый (*Oxytropis puberula* Boriss.), девясил каспийский (*Inula caspica* Blume), бодяк крылатый (*Cirsium alatum* (S.G.Gmel.) Bobr.), эремурус индерский (*Eremurus inderiansis* (M.B.Regel), ирис молочный (*Iris lactea* Pall.), повилика Лемановская (*Cuscuta lehmanniana* Vge.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intubus* L.), мордовник бесстебельный (*Echinops albiialis* Kar.et Kir.) и др.

Продуктивное же нектаровыделение, обеспечивающее получение товарного меда (свыше 1 кг нектара на пчелосемью в сутки), устойчиво формируется 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) – соссуреей солончаковой (*Saussurea salsa* (Pall.) Spreng.). В некоторые годы при благоприятных условиях отдельные виды медоносных растений из разряда поддерживающих переходят в продуктивные.

Выяснилось, что на процесс нектаровыделения в растительных сообществах наиболее существенно влияет температурный режим местности. На видовом уровне это можно проиллюстрировать на примере такого широко распространенного медоноса, как верблюжья колючка, которая в регионе Южного Прибалхашья определяет преобладающую часть продуктивности

периода главного медосбора. Так, из данных, полученных на ключевом участке в пойме р. Кетпенкалды, следует видеть (см. таблицу), что в «жарком» 1996 г. в июне-июле максимальные суточные температуры воздуха превышали +30 °С в течение 48 дней. При относительно «холодном» лете 2003 г. в июне-июле максимальные температуры воздуха редко превышали +30 °С. А в 1998 г. максимальные температуры свыше +30 °С наблюдались 28 дней июня-июля, т.е. он занимал среднее положение.

В результате оказалось, что в наиболее «холодное» лето 2003 г. нектаровыделение у верблюжьей колючки полностью отсутствовало. Поэтому в 2003 г. цветки этого вида не были опылены, семена не завязались, и он полностью выпал из репродуктивного процесса в сообществах. Это нанесло серьезный ущерб его биологической устойчивости. Его возобновление в 2004 г. поддерживалось главным образом за счет почвенного запаса семян прошлых лет.

Сроки цветения и продуктивность нектаровыделения у верблюжьей колючки в годы с разным режимом максимальной температуры воздуха

Год наблюдений	Количество дней в июне-июле с температурой свыше +30 °С	Даты фазы цветения			Привес контрольного улья за весь период нектаровыделения, кг
		Начало	Массовое	Окончание	
1996	48	17.06	3.07	21.07	48,2
1998	28	21.06	12.07	28.07	17,4
2003	9	23.06	5.07	21.07	0

Наоборот, в наиболее жаркое из числа наблюдаемых лето 1996 г. была максимальная продуктивность нектаровыделения. Соответственно 1996 г. оказался наиболее благоприятным и для репродукции. Семян было много. Среднее положение по продуктивности нектаровыделения занял средний по температурному режиму 1998 г. (см. таблицу).

Многолетние исследования позволили выяснить, что у весенне-летних медоносов региона могут проявляться очень высокая амплитуда колебаний в сроках наступления фазы цветения и даже смещение очередности ее наступления.

Например, в более жарком 2004 г. у кендыря ланцетолистного и солодки уральской сроки начала цветения и перехода к массовому цветению совпали. Их цветение началось 24 мая, а массовое – 28 мая. Но в «прохладном» 2003 г. сроки этих фаз у кендыря ланцетолистного наступили на 10 дней позже относительно солодки уральской. А в «средне-жарком» 2002 г. наблюдалось обратное явление: более поздно (на 19 дней) относительно кендыря ланцетолистного зацвела солодка голая. При этом в зависимости от температурного режима разных лет отмечались весьма существенные сдвиги во времени наступления фаз цветения. Так, если массовое цветение солодки и кендыря в 2004 г. началось 28 мая, то в 2002 г. массовое цветение кендыря началось 10 июня (на 12 дней позже), а солодки – 8 августа (на 71 день позже).

Все эти особенности биологии цветения медоносных видов интегрируются в закономерностях функционирования медоносной базы в зависимости от температурного режима каждого конкретного года. Характер этих интегральных процессов может быть проиллюстрирован материалами наблюдений 2000–2002 гг. Все три года было раннее наступление весны: цветение и нектаровыделение чингила серебристого закончилось 29 мая – 2 июня. Однако в дальнейшем температурный режим летних месяцев в период главного медосбора существенно отличался. К примеру, в наиболее жаркий 2000 г. период с суточной максимальной температурой воздуха более 30 °С в июне-июле длился 43 дня. Воздействие атмосферного перегрева сопровождалось существенным понижением (до 20 %) влажности воздуха, причем именно в часы наибольшего нагрева.

Самым холодным из трех было лето 2002 г. Период с температурой более 30 °С в июне-июле продолжался 17 дней против 43 в 2000 г. Средним по температурному режиму было лето 2001 г. Тогда длительность периода с температурой выше 30 °С в июне-июле была 27 дней (на 10 дней больше, чем в 2002 г.).

С характером температурного режима местности оказались тесно связаны не только общая продуктивность нектаровыделения в период главного медосбора (июнь-июль), но и его сроки, а также режим нектаровыделения. Это наглядно иллюстрируется рис. 1. Как видим, в 2001 г. при близкой к средней за наблюдаемые годы характеристике температурного режима июня-июля общая продуктивность нектаровыделения было самой высокой. Сам же процесс продуктивного нектаровыделения в течение всего периода главного медосбора (с 10 июня по 5 августа) не прерывался. В результате длительность продуктивного нектаровыделения в период главного медосбора равнялась 56 дням.

В отличие от этого в наиболее жарком 2000 г. продуктивное нектаровыделение сократилось до 41 дня (против 56 дней в 2001 г.). В период главного медосбора в наиболее жаркие дни оно неоднократно прерывалось на 5–8 дней,

Рис. 1. Диаграмма нектаровыделения в тугайных сообществах Южного Прибалхашья



снижаясь до уровня поддерживающего. В результате общая продуктивность медоносной базы также существенно снизилась.

Еще более угнетающим для функционирования медоносной базы оказался режим температуры в холодное лето 2002 г. Период продуктивного нектаровыделения здесь наступил на месяц позже – только 10 июля (против 9 июня в 2001 г.). Его длительность сократилась до 36 дней (против 57 дней в 2001 г. и 41 дня в 2000 г.).

Накопленный нами многолетний массив наблюдений, включающий материалы круглосуточных регулярных измерений температуры воздуха, ежедневных оценок продуктивности нектаровыделения и фаз развития растений, позволил впервые выполнить статистический анализ характера зависимости нектаровыделения растительных сообществ от температурного режима местности. Результаты этих исследований приведены на рис. 2, на котором по оси ординат отложены значения длительности периода продуктивного нектаровыделения во время главного медосбора. По оси абсцисс отложена длительность периода (в июне–июле) со значениями максимальной температуры воздуха свыше 30 °С. В этой системе координат проведена рассчитанная теоретическая линия регрессии продуктивности нектаровыделения по температурному режиму местности. Одновременно связь между этими показателями исследовалась путем вычисления коэффициента корреляционного отношения, его ошибки, оценки критерия его существенности на 95%-ном уровне доверия. Кроме того, на рис. 2 нанесены точки с координатами, соответствующими исходным фактическим данным наблюдений.

Как видно из рис. 2, во время главного медосбора длительность периода продуктивного нектаровыделения весьма существенно и притом нелинейно зависит от суммарной длительности периода с температурой свыше 30 °С



Рис. 2. Длительность периода продуктивного нектаровыделения в зависимости от длительности периода с максимальной суточной температурой выше 30 °С в июне-июле

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 $t_{0,05 \text{ табл.}} = 2,365$.

Согласно рис. 2 при «прохладном» лете, когда в июне-июле имеются 17÷24 дня с максимальной суточной температурой выше 30 °С, продуктивность медоносной базы оказывается самой низкой. С повышением прогрева местности, когда число дней с температурой выше 30 °С в июне-июле возрастает от 24 до 28, продуктивность медоносной базы резко возрастает до максимальных значений. Например, уже при наличии в июне-июле 29 дней с максимальной температурой выше 30 °С в период главного медосбора будет наблюдаться в среднем 40 дней с продуктивным нектаровыделением. Такая высокая продуктивность медоносной базы сохраняется в годы, когда суммарная длительность периода с температурой суток выше 30 °С в июне-июле варьирует в диапазоне 28÷32 сут. Этот режим прогрева воздуха следует считать оптимальным для нектаровыделения в исследованном районе. Увеличение числа дней с температурой выше 30 °С угнетает нектаровыделение у растений (см. рис. 2). Уже при наличии 45 дней июня-июля с максимальной температурой выше 30 °С длительность продуктивного нектаровыделения во время главного медосбора снижается до 34 дней.

Рассмотренные закономерности обуславливают широкую амплитуду погодичной изменчивости нектаровыделения в каждом конкретном пункте местности. Однако наряду с этим имеет место и влияние климатического фона местности. Дело в том, что дельта р. Или простирается с юга на север. В том же направлении в сторону похолодания меняется климат местности. Как показали наши многолетние наблюдения, по данной причине на протяжении 120–150 км с юга на север в дельте р. Или фаза цветения у весенних медоносов (чингил серебристый и др.) обычно наступает позже на 5–7 дней.

По всей же территории Южного Прибалхашья мозаика природного разнообразия сроков протекания фаз цветения медоносов от пункта к пункту и по годам определяется совместным влиянием общеклиматического фона местности и погодных условий. Это важно учитывать при разработке системы мероприятий по поддержанию и сохранению природного разнообразия растительного покрова и медоносной базы региона.

Описанные закономерности, как представляется, не носят только региональный характер, типичный лишь для Южного Прибалхашья. Видовой состав и отличительные черты растительного покрова, климат местности, эдафические условия сходны для очень крупного района – вплоть до Южного Приаралья с поймой р. Сырдарьи. Отсюда и закономерности функционирования медоносной базы всего этого региона могут быть сходны. Подтверждением такой рабочей гипотезы служат и результаты выполненного нами корреляционного анализа. Оказалось возможным констатировать наличие тесной положительной статистически значимой связи между динамикой нектаровыделения

в периодически затапливаемой пойме р. Или и р. Сырдарьи [10]. Связь достигает 90% от полной неразрывной. Парный коэффициент корреляции равен $0,89 \pm 0,03$. Между динамикой нектаровыделения в незатапливаемой пойме р. Сырдарьи и р. Или связь достигает 42% от полной неразрывной и статистически существенна на 85%-ном уровне.

Поскольку связь динамики нектаровыделения в первом случае оказалась близка к функциональной и значима на 95%-ном уровне доверия, нами был рассчитан коэффициент регрессии и получена формула для прогнозирования величины нектаровыделения одного района по данным другого. Для периодически затапливаемой поймы реки она имеет следующий вид:

$$P_{\text{Или}} = P_{\text{Сырдарьи}} \times R_{x/y},$$

где P – привес контрольного улья, кг/сут; $R_{x/y}$ – коэффициент регрессии привеса контрольного улья в пойме р. Или по привесу контрольного улья в пойме р. Сырдарьи, равный $0,90 \pm 0,03$ кг.

Отсюда следует, что установленные закономерности нектаровыделения тугайных сообществ сходны для очень крупного региона: от Южного Прибалхашья до Южного Приаралья, отстоящих друг от друга более чем на 1000 км.

Установленные закономерности функционирования медоносной базы должны учитываться в ряде аспектов научного, методологического и прикладного характера.

В аспекте фундаментальных исследований полученные результаты важны для понимания закономерностей адаптации медоносов к климату местности, причем на наиболее важном этапе репродукции растений. Ведь их размножение без нектаровыделения невозможно. Выявленный диапазон оптимальных и пессимальных для нектаровыделения значений температурного режима позволяет понять характер природного варьирования продуктивности медоносной базы в зависимости как от погоды, так и от надвигающихся изменений климата местности. Представляется возможным учитывать роль природного варьирования температурного режима в репродукции растительных сообществ и их биологической устойчивости. Становится ясно, что как похолодание, так и потепление климата местности приведут к снижению нектаровыделения и соответственно сокращению репродукции, уменьшению биологической устойчивости растительных сообществ, вплоть до их полного исчезновения и опустынивания местности.

В методологическом аспекте выявленные закономерности важно учитывать как научную основу при разработке методов мониторинга и прогнозирования последствий изменений климата местности. Их надо знать для определения критических пороговых значений температурных режимов, при которых будут происходить необратимые изменения растительного покрова.

Результаты анализа корреляции динамики нектаровыделения для Южного Прибалхашья и Приаралья позволяют объективно, аналитическим путем решать задачи типизации и классификации медоносных угодий. Они облегчают

подбор ключевых участков для целей изучения и прогнозирования режима нектаровыделения в растительных сообществах этих крупных регионов.

Наконец, в прикладном аспекте установленные закономерности могут быть использованы как научная основа для прогнозирования и выполнения работ по сбору нектара, разработке рациональной системы пчеловодческого хозяйства в регионе, его экономического обоснования, для прогнозирования изменений продуктивности медоносной базы пчеловодства с учетом изменений климата местности и погодных условий.

При ведении лесного хозяйства в тугайных лесах, а также в заповедниках и заказниках важно учитывать, что биологическая устойчивость основных лесообразующих пород региона (лоха, ив, тамарикса, чингила и др.) напрямую связана с их нектаровыделением и качеством опыления, без которого процесс семенного размножения этих видов прекращается. Поэтому мероприятия по содействию их естественному возобновлению должны включать широкое привлечение и использование кочевого пчеловодства. Заготовку семян и их применение для восстановления лесов целесообразно осуществлять с учетом природного варьирования продуктивности медоносной базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глухов М.М. Важнейшие медоносные растения и способы их разведения. М.: Сельхозгиз, 1937. 529 с.
2. Миньков С.Г. Медоносные растения Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1974. 300 с.
3. Хамидов Г. Медоносные ресурсы Узбекистана и пути их рационального использования: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 1988. 48 с.
4. Булгакова Л.Л. Медоносы кочевого пчеловодства. Ташкент: Мехнат, 1989. 203 с.
5. Котова Г.Я. Медоносная база пчеловодства: Справочник по пчеловодству. М.: Колос, 1985. С. 162-177.
6. Бейдеман И.Н. Изучение фенологии растений // Полев. геоботаника. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. II. С. 333-363.
7. Костюкевич Н.И. Лесная метеорология. Минск: Высшая школа. 289 с.
8. Манойленко К.В. Эволюционные аспекты проблемы засухоустойчивости растений. Л.: Наука, 1988. 244 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1987. 336 с.
10. Проскураков М.А. К проблеме фенологической изменчивости медоносной базы Южного Прибалхашья // Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане. Алматы, 2002. С. 313-315.

Резюме

Автордың 12 жылдық зерттеуі негізінде Оңтүстік Балқаш аймағы жағдайында балтүзу базасының табиғи ауытқушылығына температуралық режимінің әсері зерттелді.

Summary

At firstly regularities natural variability of a honey-bearing basis for the Southern Balkhash region depending on the temperature regimen in this region was analised.