

ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Статья. — ж. Пчеловодство — 2019. — №09. — С. 22 – 24.
В статье впервые рассмотрен опыт применения разработанной М.А. Проскуряковым научно-методологической основы и метода хронобиологического анализа сроков цветения медоносов в трансформирующемся режиме муссонного климата юго-востока Камчатки. Приведены количественные показатели уровней статистической значимости полученных результатов, коэффициенты детерминации и оценки степени уязвимости цветения индикаторных видов растений. Проанализирована динамика смещения величины, направления и скорости изменения сроков начала цветения медоносов. **Выполненные исследования позволили констатировать высокую информативность и чувствительность разработанного М.А.Проскуряковым метода хронобиологического анализа медоносных растений. Его использование позволит разработать рациональную систему пчеловодства в режиме на крайнем востоке России.**

Далее размещен файл опубликованной статьи.

Особенности динамики цветения медоносов НА КАМЧАТКЕ

Наши предыдущие наблюдения за особенностями экологии пчел на юго-востоке Камчатки носили накопительный характер, далее полученные данные количественных вариационных рядов обобщали и анализировали с оценкой статистических показателей для факторов внешней среды и увязкой с летной активностью пчел [1]. В то же время были опубликованы работы других авторов по изучению медоносной базы Камчатки и условиям содержания пчел [7, 8].

С выходом цикла статей в журнале «Пчеловодство» и монографии М.А.Проскурякова [2–6] решили применить для обработки накопленных данных многолетних наблюдений методы хронобиологического анализа по временным рядам. В этой связи цель настоящей работы — использовать разработанные М.А.Проскуряковым научно-методологическую основу [6] и методы хронобиологического анализа для исследования особенностей динамики цветения медоносных растений в период изменения климата юго-востока Камчатки.

Наблюдаемый период жизни растений рассматривали как временной ряд лет, в течение которого работает медоносная база. Состояниями периода жизни стали данные о начале цветения медоносов по конкретным годам наблюдений. Исследуя связь между входом и выходом системы, можно получить важнейшие характеристики движения свойств медоносной базы [2, 3, 5]. При обработке материалов наблюдений за период 2001–2018 гг. имели 10 временных рядов, для которых рассчитали показатели корреляционного отношения η_{yx} (табл., столбец 2), выражающие тесноту связи от 0 до 1 даты начала цветения индикаторных видов медоносов с изучаемым периодом времени: чем ближе величина к единице, тем теснее связь.

Выяснили, что у весенних видов: ветреницы вильчатой (*Anemone dichotoma* L.), ивы сахалинской (*Salix udensis* Trautv. et Mey., *S. sachalinensis* Fr. Schmidt) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg. s. l., *T. retroflexum* Lindb. f., *T. vagans* Hagl. и др.) — эта связь средняя ($\eta_{yx} = 0,5-0,6$), а у жимолости голубой (*Lonicera caerulea* L.) и черемухи обыкновенной (*Padus asiatica* Kom.) (при $\eta_{yx} \geq 0,7$) — сильная. Соответственно, и уязвимость начала цветения этих двух видов растений в

Результаты анализа корреляционного отношения дат начала цветения индикаторных видов медоносных растений на юго-востоке Камчатки в 2001–2018 гг.

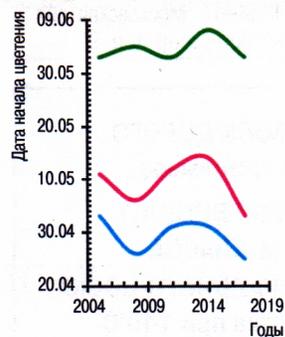
Индикаторный вид	$\eta_{yx} \pm \pm t_{0,05} S\eta^*$	Коэффициент детерминации	Уровень значимости			Степень уязвимости
			$t_{факт}$	$t_{табл. 0,05}$	$t_{табл. 0,01}$	
<i>Весенние</i>						
Ветреница вильчатая	0,59±0,22	0,35	2,67	2,2	3,0	Средняя
Ива сахалинская	0,66±0,18	0,43	3,53	2,1	2,9	»
Одуванчик лекарственный	0,55±0,10	0,31	5,56	2,1	2,9	»
<i>Раннелетние</i>						
Жимолость камчатская	0,72±0,17	0,53	4,20	2,2	3,0	Высокая
Черемуха азиатская	0,74±0,17	0,55	4,28	2,2	3,0	»
Карагана древо-видная	0,28±0,24	0,08	1,17	2,1	2,9	Низкая
Клевер ползучий	0,14±0,26	0,02	0,53	2,2	3,0	»
<i>Позднелетние</i>						
Шиповник тупоушковый	0,17±0,24	0,03	0,70	2,1	2,9	Низкая
Малина сахалинская	0,17±0,27	0,03	0,63	2,2	3,0	»
Кипрей узколистный	0,40±0,22	0,16	1,78	2,1	2,9	»

* η_{yx} — корреляционное отношение Y (даты начала цветения) по X (годы наблюдений); $t_{факт}$ — табличное значение критерия t-Стьюдента для 5%-ного уровня значимости или 5%-ный доверительный интервал при 95% уровня вероятности; $S\eta$ — ошибка корреляционного отношения.

период крайне неустойчивой весенней погоды высока. Следовательно, весенний период — наиболее уязвимое время и для жизни пчелиной семьи. Это связано, с одной стороны, с большой вариабельностью начала цветения медоносов и нестабильностью в обеспечении семьи кормом для выкармливания расплода. А с другой стороны — с вероятностью возвратных холодов. Камчатским пчеловодам известны частые случаи гибели пчелиных семей именно в этот период.

В число раннелетних входят еще два вида: карагана древовидная (*Karagana arborescens* Lem.) и клевер ползучий (*Trifolium repens* L.). По своим показателям корреляционных отношений и коэффициентов детерминации они сходны с характеристиками позднелетних видов, а именно: шиповника тупоушкового (*Rosa ambylotis* s. a. Mey.), малины сахалинской (*Rubus sachalinensis* Levl.) и кипрея узколистного (*Chamerion angustifolium* L.). У них величины корреляционных отношений соответствуют низким коэффициентам детерминации и, следовательно, низкой степени уязвимости и высокой устойчивости к изменениям среды обитания. Поэтому пчеловоды могут с известной степенью уверенности надеяться на продуктивный медосбор, что совпадает с наступлением периода более благоприятной и относительно устойчивой погоды с температурой воздуха $\geq 16^{\circ}\text{C}$.

Применение регрессионного анализа с построением графического изображения линий регрессии позволяет выявить важнейшие закономерности динамики изменения даты начала цветения, ее направления, величины и скорости. Представленные на рисунке линии регрессии трех видов индикаторных медоносов (ветреницы, ивы и черемухи) свидетельствуют о том, что за наблюдаемый период времени имели место существенные циклические смещения дат начала цветения индикаторных медоносов и что процесс этот шел крайне неравномерно. Так, на примере ветрени-



Линии регрессии даты цветения медоносов: — ветреница; — ива; — черемуха

цы вильчатой можно убедиться, что в период с 2004 по 2006 г. ее цветение наступало на 7 дней раньше. Это изменение шло со скоростью 2,3 дня в год. В следующие три года (2006–2009 гг.) оно изменялось со скоростью 1,7 дня в год, но в направлении более поздних сроков. С 2009 по 2012 г. ее смещение приостановилось. Однако в период 2012–2015 г. снова продолжилось со скоростью два дня в год, но уже в сторону более раннего начала цветения. В итоге с 2004 по 2018 г. начало цветения ветреницы вильчатой, одного из самых ранних эфемеров юго-востока Камчатки, сместилось на 8 дней в направлении более раннего начала цветения.

Таким образом, с использованием разработанных М.А.Проскуряковым научно-методической основы и методов хронобиологического анализа временных рядов можно на статистически значимом уровне и к тому же количественно определять степень уязвимости медоносных растений и получать графические изображения линий регрессии. А по результатам анализа временного хода изменения показателей можно выяснить направление, величину смещения и скорость трансформации даты начала цветения медоносов.

Практическое значение дальнейшего развития хронобиологического анализа медоносов на юго-востоке Камчатки становится очевидным с учетом результатов исследований медоносной базы, выполненных М.А.Проскуряковым на обширной территории Республики Казахстан от дельты реки Или (Южное Прибалхашье) до предгорий хребта Заилийского Алатау (Северный Тянь-Шань). В результате на основе 15-летних наблюдений этим автором установлена очень высокая степень уязвимости медоносной базы, вплоть до кризисного ее состояния в период происходящего изменения климата [5].

У нас на юго-востоке Камчатки пока еще не изучали кризисные признаки изменения медоносной базы. А впервые рассмотренные выше результаты анализа динамики цветения медоносов еще не позволяют судить о возможной климатогенной трансформации их продуктивности. Ведь и при цветущих медоносах далеко не всегда имеет место высокая продуктивность выделения нектара. Поэтому следующий важнейший этап хронобиологиче-

ского анализа медоносов — изучение продуктивности выделения нектара. Это позволит оценить степень уязвимости медоносной базы к изменениям климата и разработать меры по ее защите.

ских исследований должен учитывать и динамику медосбора.

Автор выражает благодарность коллективу ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» и коллективу Камчатской краевой научной библиотеки им. С.П.Крашенинникова за представленные сведения о литературе по хронобиологическому анализу.

В.Е.ПИНИГИН

*Камчатское отделение
Русского географического общества*

Представлены результаты применения методов хронобиологического анализа для исследования сроков начала цветения десяти индикаторных медоносов, охватывающих сезон медосбора на юго-востоке Камчатки. Приведены количественные показатели уровней статистической значимости полученных результатов, коэффициенты детерминации и степени уязвимости цветения растений. Проанализирована динамика смещения величины, направления и скорости изменения сроков начала цветения медоносов.

Ключевые слова: *хронобиологический анализ, индикаторные виды, степень уязвимости растений, динамика сроков цветения медоносов.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Пинигин В.Е. Особенности экологии пчел на Камчатке // Вопросы географии Камчатки. — Вып. 13. — Петропавловск-Камчатский, 2011.
2. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа медоносной базы // Пчеловодство. — 2009. — № 3.

3. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа фенофаз медоносов // Пчеловодство. — 2011. — № 1.
4. Проскуряков М.А. Мониторинг медоносной базы и изменение климата // Пчеловодство. — 2007. — № 4.
5. Проскуряков М.А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Института ботаники и фитоинтродукции. — Т. 18 (1). — Алма-Ата, 2012.
6. Проскуряков М.А. Хронобиология кризиса медоносной базы // Пчеловодство. — 2009. — № 9.
7. Снегур П.П. Адаптационные способности и хозяйственно полезные признаки семей дальневосточных пчел в Камчатской области: дис. ... канд. с.-х. наук. — Уссурийск, 2000.
8. Снегур П.П. Медоносная база Камчатки // Пчеловодство. — 2010. — № 9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ: Пинигин Валентин Евгеньевич, тел. 8-909-837-73-63, e-mail: val.pinigin2016@yandex.ru.

FEATURES OF HONEY PLANT FLOWERING ON THE KAMCHATKA

V.E.Pinigin

The article presents the results of the using methods of chronobiology analysis of the date of honey plants flowering including all honey's season on the south-east of the Kamchatka. The correlation's of relation of the dates, the index of determination, rate of availability, the speed, the size, vector and dynamic of displacement of the time flowering of honey plants were obtained.

Keywords: *chronobiology's analysis, indicator species, rate of availability, dynamics of honey plant flowering, regression's analysis.*