ОПИСАНИЕ ФАЙЛА

Пинигин В.Е. Хронобиологические особенности цветения медоносов на Камчатке.

Статья. — В сб. Вопросы географии Камчатки. — Петропавловск – Камчатский: Издательство Камчатпресс. — 2020. — С.100-107.
В статье впервые выполнен хронобиологический анализ материалов многолетних наблюдений за началом цветения 12-ти индикаторных видов медоносных растений, которые обеспечивают весенний, раннелетний и позднелетний медосборы на полуострове Камчатке. Рассчитаны корреляционные отношения (η_{yx}) и коэффициенты детерминации (d_{yx}), позволяющие определять уязвимость начала цветения медоносов в различные периоды года. Построены линии регрессии, отражающие закономерности цикличного изменения направления, величины и скорости смещения даты цветения медоносов. Работа велась по методу М.А.Проскурякова.
Сделан вывод о том, что применение метода М.А.Проскурякова в различных регионах Камчатки позволит повысить устойчивость высокой продуктивности медосборов и рентабельность пасек.

Далее размещена опубликованная статья В.Е.Пинигина.

КАМЧАТСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА

(год основания — 1941,
год перерегистрации — 2004)

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ КАМЧАТКИ

ВЫПУСК ПЯТНАДЦАТЫЙ

КАМЧАТСКОЕ КРАЕВОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
КАМЧАТСКИЙ ФИЛИАЛ
ТИХООКЕАНСКОГО ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ ДВО РАН

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ КАМЧАТКИ

ВЫПУСК ПЯТНАДЦАТЫЙ

Петропавловск-Камчатский
Издательство «Камчатпресс»
2020

УДК 638–1

В. Е. ПИНИГИН

ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ МЕДОНОСОВ НА КАМЧАТКЕ

Пчёлы, завезённые на Камчатку на рубеже XXI в., достаточно интенсивно изучались по условиям содержания, состоянию медоносной базы, продуктивности [Пинигин, 2011]. По мнению исследователей, рентабельное пчеловодство, базирующееся на подворье личных приусадебных участков, позволяет получать среднюю товарную продуктивность семьи около 25 кг с колебаниями от 8 до 40 кг. Разнообразие основных медоносных растений включает 15 и второстепенных – около 18 видов.

Основные медоносы

Весенние виды: ива удская (*Salix udensis* Trautv. et Mey.); ива красивая (*S. pulchra* Cham.); одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg. s.l.); жимолость камчатская (*L. kamtschatika* (Sevas t. Pojark); жимолость съедобная (*L. edulis* Turcz. ex Freyn.).

Раннелетние виды: черёмуха азиатская (*Padus asiatica* Kom.); шиповник тупоушковый (*Rosa amblyotis* C. A. Mey.); герань волосистоцветковая (*Geranium erianthum* DC.).

Позднелетние виды: клевер ползучий (*Trifolium repens* L.); клевер луговой (*T. pratense* L.); малина чёрнокосматая или сахалинская (*Rubus idaeus*. Subsp. *Melanolasius*.); кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.); сурепка прямая (*Barbarea orthoceras* Ledeb.); осот полевой (*Sonchus arvensis* L.).

Сопутствующие медоносы

Весенние виды: ветреница амурская (*Anemone amurensis* (Korsh.) Kom.); ветреница слабая (*A. debilis* Fisch. ex Turcz.); княженика арктическая (*Rubus arcticus* L.), ива козья (бредина) (*Salix caprea*.) [Якубов, 2007].

Раннелетние виды: рябина бузинолистная (*Sorbus sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) M. Roem.); рябина камчатская (*S. kamtschatcensis* Kom.); боярышник зелёномякотный (*Crataegus chlorosarca* Maxim.); льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.); лабазник дланевидный (*Filipendula palmata* (Pall.) Maxim.); лабазник камчатский (*F. kamtschatica* (Pall.) Maxim.); борщевик сладкий (*Heracleum* dulce Fisch.); дудник медвежий (*Angelica ursina* (Rupr.) Maxim); рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.) (завозное); акация жёлтая (карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) (завозное).

Позднелетние виды: бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.*);* бодяк камчатский (*C. kamtschaticum* Ledeb.); очанка (*Euphrasia frigida* Pugsl.); осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) (Белая, 1981).

Стоимость камчатского мёда чуть ли не вдвое выше завозимого с материка при отменном качестве экологически чистого продукта, что связано со значительными затратами по уходу за пчёлами, неустойчивой и сравнительно низкой продуктивностью семей. Последнее обстоятельство в известной мере объясняется суровостью климата, имеющего свои особенности в отличие от материка. При интродукции пчёл экологическое обоснование не проводилось, породы пчёл подбирались для завоза произвольно, содержание познавалось методом проб и ошибок. В таких условиях не оправдывались надежды начинающих пчеловодов на успешное занятие пчеловодством. Пчеловоды с опытом, приехавшие с материка, в большинстве своём были удовлетворены результатами работы, но и они сетовали на неустойчивость погодных условий и, соответственно, получаемой от пчёл продукции.

Наши ранее выполненные наблюдения за погодными условиям и пчёлами на Камчатке в течение 2001–2009 гг. носили накопительный характер [Пинигин, 2011]. В последующие годы они обобщались и анализировались с получением количественных среднестатистических показателей: M ± m; S; V %; S % для статических наблюдений за различными факторами внешней среды с увязкой с жизнедеятельностью пчёл.

С появлением в журнале «Пчеловодство» материалов члена РАЕ д.б.н. М. А. Проскурякова [Проскуряков, 2007, 2009а,б, 2011] стала очевидной необходимость дополнительного исследования самого процесса движения сроков цветения растений.

В этой связи целью настоящей работы ставилось применить разработанные М. А. Проскуряковым методы хронобиологического анализа для исследования вариабильности сроков начала цветения медоносных растений юго-востока Камчатки в период трансформации климата региона.

Представленный ниже рисунок 1 иллюстрирует характерность динамики циклического изменения среднемесячных температур как для юго-востока Камчатки, так и для Подмосковья (средняя полоса России).

Известно, что климат п-ва Камчатка муссонный, отличается своеобразием из-за его географического положения, влияния в течение всего года на территорию арктического и полярного климатических фронтов – с одной стороны, и окружающих его морских и океанических пространств со значительным удалением от материковой части азиатского континента – с другой.

В связи с этим, по мнению климатологов, несколько сдвигаются по времени общепринятые климатические сроки: зима – вторая половина ноября – март; весна – апрель – май; лето – июнь – первая половина сентября; осень – вторая половина сентября – первая половина ноября. Среднегодовое количество осадков от 600 до 1100 мм; средняя температура февраля от –11 °С на востоке до –16 °С в центральной части; в августе от 12,5 °С до 16 °С [Агалаков, 1967].

Место проведения многолетних наблюдений автора – СНТ «Светлое», расположенное на левом берегу р. Пиначевой – притока первого порядка р. Авачи, в 4 км от районного центра г. Елизово с координатами 53°11' с. ш. – 158°11' в. д., примерно в 30 км от Тихоокеанского побережья юго-восточной части полуострова на высоте около 60 м над ур. м. [Снегур, 2019].

В наши наблюдения были включены растения в период фазы начала их цветения. Часть из них, в количестве 12 видов, отвечающая требованиям преемственности непрерывных многолетних наблюдений на постоянном месте произрастания [Проскуряков, 2013], были отобраны для хронобиологического анализа по методике М. А. Проскуря-

Рис. 1. Среднемесячные температуры для Подмосковья по А. А. Исаеву и А. Д. Трифонову (Пчеловодство. № 3. 2005) и юго-востока Камчатки по данным АМС «Елизово». Разница температур показана автором статьи

кова в качестве модельных индикаторных видов, представляющих динамику медосбора в весенний, раннелетний и позднелетний периоды. Средние календарные сроки начала, продолжительности цветения индикаторных видов медоносных растений на юго-востоке Камчатки за период 2001–2018 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Сроки начала цветения индикаторных медоносных растений на юго-востоке Камчатки за период 2001–2018 гг.**

Название растений***	Начало цветения первого медоноса число/месяц ± доверит. интервал (дней)	Число дней от начала цветения первого медоноса	Число дней от предыдущего растения	Длительность цветения (дней)
Весенние виды: 1. Ветреница амурская *Anemone amurensis* (Korch.) Kom	29.04 ± 0,5	0	0	17
2. Ива удская и др. *Salix udensis* Trautv. et Mey. (S. sachalinensis Fr. Schmidt)	10.05 ± 0,4	11	11	33
3. Одуванчик лекарственный* и др. *Taraxacum officinale* Wigg. s.l. и др.	24.05 ± 0,2	25	14	27
Раннелетние виды: 4. Жимолость голубая *Lonicera caerulea* L.	1.06 ± 0,4	32	7	12

Окончание табл.

Название растений***	Начало цветения первого медоноса число/месяц ± доверит. интервал (дней)	Число дней от начала цветения первого медоноса	Число дней от предыдущего растения	Длительность цветения (дней)
5. Черёмуха азиатская *Padus asiatica* Kom.	3.06 ± 0,4	34	2	12
6. Акация жёлтая***(Карагана древовидная *Caragana arborescens* Lam.)	18.06 ± 0,5	49	15	18
7. Клевер ползучий* *Trifolium repens* L.	28.06 ± 0,6	59	10	42
Позднелетние виды: 8. Шиповник тупоушковый и др. *Rosa amblyotis* C. A. Mey	5.07 ± 0,5	66	7	15
9. Малина сахалинская *Rubus sachalinensis* Levl.	5.07 ± 0,6	66	0	18
10. Кипрей узколистный *Chamerion angustifolium* (L.) Holub	15.07 ± 0,5	76	10	36
Сурепка прямая* *Barbarea orthoceras* Ledeb.	17.07	78	2	85
Очанка холодная* *Euphrasia frigida* Pugsl.	10.08	102**	24	41

*Примечания: *виды-интродуценты; **максимальная продолжительность цветения растений-индикаторов за период с 29 апреля по 10 октября составляет 143,8 ± 3,4 дня; ***Определитель сосудистых растений Камчатской области, 1981; Якубов, 2007; Определитель деревьев и кустарников. М. : Лесная промышленность, 1967. С. 233.*

Приводя данные по ограниченному видовому составу индикаторных медоносов, мы имеем в виду, что каждый из них входит в состав группы видов, сопоставимых по срокам начала и, возможно, продолжительности цветения. Так, например, весенний эфемер ветреница амурская может цвести вместе с представителями рода хохлатка (*Corydaeis* Vent.), рода примулы (*Primula* L.) и других первоцветов. Да и сам род ветреница (*Anemone* L.) насчитывает на юго-востоке Камчатки шесть видов. Сходные группы растений можно выделить и для других сроков периода вегетации.

Зависимость дат начала цветения индикаторных видов медоносов от влияния совокупности факторов внешней среды, действующих в период изменения климата, исследована с применением хронобиологического анализа по М. А. Проскурякову [2012].

Для решения этой задачи вид медоносного растения рассматривался автором А. М. Проскуряковым как хронобиологическая процессуальная система, которая при изменении климата имеет определённую последовательность состояний во времени. Основное понятие – период жизни вида медоносного растения, то есть временной интервал, в течение которого эта система функционирует. Конкретными состояниями периода жизни являлись годы исследований. На выходе такой системы можно изучать фенологические характеристики медоносных растений. При этом важно, чтобы фенологические наблюдения проводились на постоянном участке, а накопленной базой данных обеспечивалось соблюдение принципа единственного их различия в режиме среды обитания растений по годам наблюдений. Исследуя связь между входом такой системы (периодом жизни) и её выходом (фенодатами), можно получить сведения о скорости, направлении и величине изменений в фенологии каждого вида растений [Проскуряков, 2013а].

При обобщении наблюдений за период 2001–2018 гг. мы имели 10 временных рядов, рассчитали показатели рядов по таксонам, упомянутым в таблице 1, для которых величина корреляционного отношения η_{yx} выражает тесноту связи $0 < \eta_{yx} < 1$ (корреляционную зависимость) начала цветения индикаторных видов медоносов Y с изучаемым периодом времени X. У весенних видов: ветреницы амурской, ивы удской и одуванчика лекарственного она средняя ($\eta_{yx} = 0{,}5 - 0{,}6$); у раннелетних видов: жимолости камчатской и черёмухи азиатской (при $\eta_{yx} \geq 0{,}7$) – сильная, соответственно, зависимость (уязвимость) начала цветения этих двух растений в период крайне неустойчивой весенней погоды высокая [Проскуряков, 2009б].

В число раннелетних видов входят ещё два: акация жёлтая (карагана древовидная) и клевер ползучий, которые по своим характеристикам корреляционных отношений сходны с позднелетними видами: шиповником тупоушковым, малиной сахалинской и кипреем узколистным. У них корреляционные отношения самые низкие по величине: от 0,16 у кипрея узколистного до 0,08 у акации жёлтой. И если у предыдущих видов фактический уровень значимости превышает табличное значение, то у остальных – от акации до кипрея – он ниже табличного, что свидетельствует об отсутствии статистически значимых различий (нулевая гипотеза не отвергается) в сроках начала цветения этих видов за годы наблюдений и, соответственно, о низкой степени уязвимости. Так, у весенних индикаторных видов: ветреницы, ивы и одуванчика при соответствующих значениях коэффициентов детерминации 0,35; 0,43 и 0,31 – степень уязвимости средняя; у жимолости и черёмухи – ранневесенних видов – коэффициенты детерминации самые высокие: соответственно 0,53 и 0,74 с самыми высокими степенями уязвимости; а у остальных видов: раннелетней акации жёлтой и клевера, позднелетних шиповника, малины и кипрея – в пределах от 0,02 до 0,16 – самая низкая уязвимость с высокой степенью устойчивости к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

Вероятная причина и, одновременно, подтверждение этому – относительно стабильная температура воздуха в период с середины июня до середины сентября. Пчеловоды могут с известной степенью осторожности надеяться на медосбор: наступает период самой благоприятной и устойчивой погоды с температурой воздуха ≥ 16 °C (рис. 1).

Применение регрессионного анализа с построением графического изображения линий регрессии позволяет выявить важнейшие закономерности вариабильности динамики изменения даты начала цветения, её направления, величины смещения, скорости и цикличности процесса. «Для этих целей можно построить графическое изображение линии регрессии даты начала цветения. Необходимо устранить влияние случайных отклонений и найти положение теоретической линии регрессии, которая будет отражать усреднённое течение функции (фенодаты) при равномерном увеличении аргумента (лет наблюдений)» [Проскуряков, 2009а]. Представленные на рисунке 2 линии регрессии трёх видов индикаторных медоносов (ветреницы, ивы и черёмухи) свидетельствуют о том, что за наблюдаемый период времени имели место очень существенные циклические смещения дат начала цветения индикаторных медоносов и что процесс этот шёл крайне неравномерно. Так, на примере ветреницы можно убедиться, что в период с 2004 по 2006 г. её цветение стало на семь 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. её смещение приостановилось. Однако в период 2012–2015 гг. 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 амурской – одного из самых ранних эфемеров юго-востока Камчатки – сместилось на 8 дней в направлении

более раннего начала цветения. На примере ветреницы следует особо отметить ярко выраженную цикличность «пиков» поздних и ранних сроков цветения. Так, два цикла поздних сроков начала цветения на линии регрессии обозначены в 2004 и 2014 гг., образовав 10-летний интервал; два цикла ранних «пиков» – в 2008–2018 гг., повторив десятилетний интервал цикличности. Линия регрессии сроков начала цветения ивы «сдвинута» в более позднюю сторону на 15 дней и, соответственно, с таким же сдвигом повторяет динамику изменения последующих дат начала цветения ветреницы.

Линия регрессии черёмухи начинает свой отсчёт с 3 июня, имеет два гребня по периодам движения в поздние сроки цветения и два продолжения начала движения в более ранние сроки, показывая своими плавными изгибами более благоприятные условия цветения, избегая, тем самым, вероятных заморозков.

Рекомендации М. А. Проскурякова предлагают также методику расчёта аналитических показателей погодичной динамики даты начала цветения растений, согласно которой для определения скорости изменения каждого уровня ряда необходимо вычислить абсолютные величины их изменения [Проскуряков, 2012], в отличие от рабочей таблицы для построения линий регрессии (не приводится), когда величина скорости исчисляется по периодам групп лет. При вычислении абсолютных величин средняя скорость изменения даты начала цветения для всего рассматриваемого ряда будет равна среднему абсолютному значению изменения даты. Итог такого расчёта обобщён по индикаторным видам в таблице 2. Так, наибольшая среднегодовая скорость смещения даты начала цветения в более ранние сроки оказалась у клевера ползучего (0,94 дня в год), наименьшая – у ивы сахалинской (0,11 дня в год). Наибольшая скорость смещения в поздние сроки цветения оказалась у акации жёлтой (1,0 день в год), наименьшая – у кипрея узколистного (0,11 дня в год).

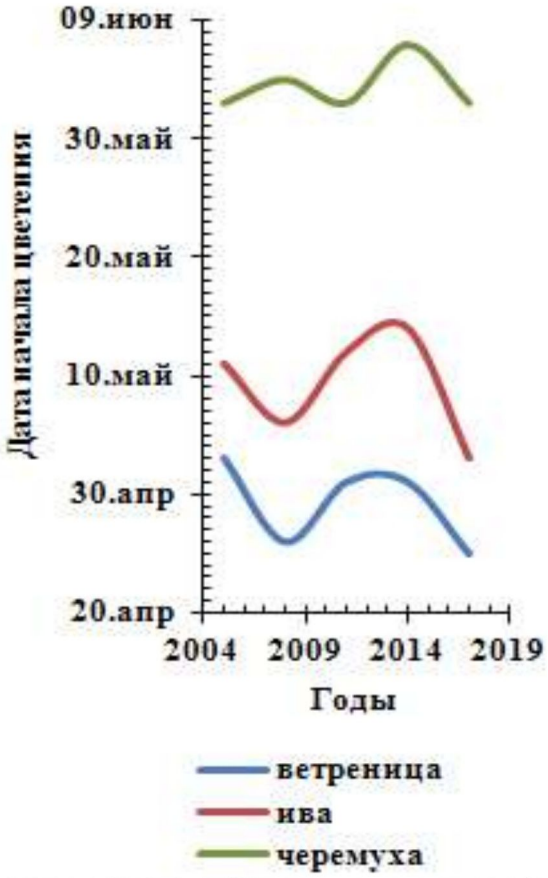

Рис. 2. Индикаторные виды Камчатских медоносов

Таким образом, использование хронобиологического анализа и методических рекомендаций, предложенных М. А. Проскуряковым, позволяет на статистически значимом уровне и притом количественно исследовать вариабильность сроков начала цветения индикаторных видов медоносных растений на юго-востоке Камчатки, даёт возможность получать количественные оценки степени уязвимости медоносов; помогает строить графические линии регрессии. По результатам регрессионного анализа предоставляется возможность отслеживать временной ход изменения получаемых показателей, их динамику, направление и скорость смещения срока начала цветения. Обобщение результатов позволяет использовать их как в исследовательских целях, так и в практике пчеловодства, притом с учётом цикличности наблюдаемых процессов [Проскуряков, 2015].

Таблица 2. **Итоговая таблица изменения величины (дней), направления и средней скорости смещения даты начала цветения индикаторных видов растений на юго-востоке Камчатки**

Виды индикаторных растений	Направление смещения, кол-во дней за все годы: + позже, – раньше	Скорость смещения дней / в год	Длительность наблюдений (лет)
Ветреница амурская	– 6	-0,35	17
Ива сахалинская	– 2	-0,11	18
Одуванчик лекарств.	– 1,1	-0,06	18
Жимолость камчатск.	+ 9	+0,53	17
Черёмуха азиатская	– 2	-0,13	15
Акация жёлтая	+ 18	+1,0	18
Клевер ползучий	– 17	-0,94	18
Шиповник тупоушк.	– 7	-0,38	18
Малина сахалинская	+ 5	+0,29	17
Кипрей узколистный	+ 2	+0,11	18

Дальнейшие исследования, по нашему мнению, должны иметь конечной целью познание экологии пчелы в возможных районах обитания на Камчатке и управление экосистемами на уровне использования оптимальных климатических условий для соответствующих медоносов с устойчивой и высокой продуктивностью.

Пути достижения этой цели изложены в литературе [Проскуряков, 2013б, 2015].

Автор приносит свою благодарность членам общества молодых инвалидов Камчатки Светлане Альбертовне Корсун и Денису Анатольевичу Шаталову за предоставление оргтехники для работы, а также канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. отдела животноводства, вед. науч. сотр. лаборатории экологии высших позвоночных Павлу Петровичу Снегуру за замечания и рекомендации, сделанные в ходе подготовки статьи к печати.

Наша признательность и благодарность коллективу Камчатского Гидрометцентра в лице его начальника В. В. Ковбасюка за предоставление сведений о среднесуточной температуре и датах её перехода через сезонные градиенты по данным наблюдений АМС «Елизово» за многолетний период.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агалаков В. С.* Характеристика атмосферных процессов над акваториями дальневосточных морей и прилегающих к ним районами Азиатского материка // Вопросы географии Камчатки. 1967. Вып. 5. С. 95–102.
2. *Белая Г. А.* и др. Определитель сосудистых растений Камчатской области. М. : Наука, 1981. 410 с.
3. *Пельменев В. К.* Календарь цветения основных медоносных растений средней полосы. М. : Россельхозиздат, 1985. 137 с.
4. *Проскуряков М. А.* Мониторинг медоносной базы и изменение климата // Пчеловодство. 2007. № 4. С. 19–21.
5. *Он же.* Методика хронобиологического анализа медоносной базы // Там же. 2009а. № 3. С. 20–22.

6. *Проскуряков М. А.* Хронобиология кризиса медоносной базы // Пчеловодство. 2009б. № 9. С. 22–23.
7. *Он же.* Методика хронобиологического анализа фенофаз медоносов // Там же. 2011. № 1. С. 20–22.
8. *Он же.* Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Института ботаники и фитоинтродукции. 2012. Т. 18(1). 228 с.
9. *Он же.* Хронобиологический анализ скорости и величины смещения характеристик растений при изменении климата // Изучение ботанического разнообразия Казахстана на современном этапе: Тр. Межд. конф. (6-7 июня 2013 г.). Алматы : Изд-во <LEM>, 2013а. С. 132–135.
10. *Он же.* Хронобиологический анализ растений для оптимизации природопользования при изменении климата // Там же. 2013б. С. 129–131.
11. *Он же.* Проблемы хронобиологической цикличности движения свойств лесных экосистем. Сообщение 2 // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 70–85.
12. *Пинигин В. Е.* Особенности экологии пчёл на Камчатке // Вопр. географ. Камчатки. 2011. Вып. 13. С. 61–66.
13. *Снегур П. П.* Адаптационные способности и хозяйственно-полезные признаки семей дальневосточных пчёл в Камчатской области // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Уссурийск : ПГСХА, 2000. 132 с.
14. *Снегур П. П., Подкорытов Е. Г.* Метод геометрической морфометрии в исследовании пчёл // Пчеловодство. 2019. № 1. С. 24–26.
15. *Якубов В. В.* Растения Камчатки: Полевой атлас. М. : Изд-во «Путь, Истина и Жизнь», 2007. 264 с.
16. *Ванин А. И.* Определитель деревьев и кустарников. М. : Лесная промышленность. 1697. 233 с.