



Динамика медовой продуктивности насаждений *Robinia pseudoacacia* L. степного Придонья

© 2023. И. Д. Самсонова^{1,2}✉, В. Н. Саттаров², Р. А. Ильясов³, А. А. Плахова⁴

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», г. Уфа, Российская Федерация,

³ФГБУН Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, г. Москва, Российская Федерация,

⁴ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация

Земли лесного фонда на территории степного Придонья отличаются значительным распространением по площади главного медоносного растения робинии псевдоакация (*R. Pseudoacaci* L.), которая обладает высоким биоресурсным потенциалом для медосбора Ростовской области. В задачи исследований входило выявление особенностей медовой продуктивности насаждений *R. pseudoacacia* в зависимости от динамики таксационных показателей и лесорастительных условий в степном Придонье. С целью изучения изменений медовой продуктивности робиниевых насаждений проведены учетные работы в чистых и смешанных древостоях в каждой группе возраста. Выявлена связь изучаемого показателя робиниевого древостоя с таксационными характеристиками и условиями произрастания. Наибольшей медовой продуктивностью (347,5 кг/га) отличаются чистые робиниевые древостои в лесорастительных условиях дубравы свежей снытьево-осоковой, у которых в 50-летнем возрасте наблюдается интенсивное цветение деревьев (80,060 тыс. шт.) и активное выделение сахара в нектаре (2,48 мг). По нашим наблюдениям, густота древостоя с изменением возраста уменьшается, а количество цветков на деревьях возрастает. Результаты исследований показали, что в возрасте 40 лет медовая продуктивность гектара робиниевых насаждений достигает своего максимума (586,3 кг/га). Выведенные нами уравнения зависимости медовой продуктивности от таксационных характеристик насаждений *R. pseudoacacia* и полученные высокие коэффициенты корреляции указывают на тесную связь изучаемых показателей. Полученные данные в дальнейшем позволят более точно рассчитывать медовую продуктивность робиниевых древостоев с учетом динамики их таксационных показателей.

Ключевые слова: медоносные растения, лесной фонд, лесные полосы, таксационные показатели, лесорастительные условия

Благодарности: работа выполнена без финансового обеспечения в рамках инициативной тематики.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Самсонова И. Д., Саттаров В. Н., Ильясов Р. А., Плахова А. А. Динамика медовой продуктивности насаждений *Robinia pseudoacacia* L. степного Придонья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(4):592-604. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.592-604>

Поступила: 17.02.2023

Принята к публикации: 20.07.2023

Опубликована онлайн: 30.08.2023

Dynamics of honey productivity of *Robinia pseudoacacia* L. stands of the steppe Don region

© 2023. Irina D. Samsonova^{1,2}✉, Vener N. Sattarov², Rustem A. Ilyasov³, Alevtina A. Plahova⁴

¹Saint-Petersburg State Forest Technical University, Saint-Petersburg, Russian Federation,

²Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russian Federation,

³Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation,

⁴Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation

The lands of the forest fund on the territory of the steppe Don region are distinguished by a significant spread over the area of the main melliferous plant *Robinia pseudoacacia* (*R. Pseudoacaci* L.), which has a high bioresource potential for the honey collection of the Rostov region. The objectives of the research included identifying the features of the honey productivity of *R. pseudoacacia* plantations, depending on the dynamics of taxation indicators and forest conditions in the steppe Don region. In order to study changes in the honey productivity of *Robinia* plantations, accounting work was carried out in pure and mixed stands in each age group. The relationship of the studied indicator of *Robinia* forest stand with taxation characteristics and growing conditions was revealed. The highest honey productivity (347.5 kg/ha) is observed in pure *Robinia* forest stands in the forest

growing conditions of fresh glague - sedge oak groves, where at the age of 50 there is an intensive flowering of trees (80.060 thousand pieces) and active release of sugar in nectar (2.48 mg). According to the observations, the density of the forest stand decreases with age, and the number of flowers on the trees increases. The results of the research showed that at the age of 40 years, the honey productivity of a hectare of Robin plantations reaches its maximum (586.3 kg/ha). The equations for the dependence of honey productivity on the taxation characteristics of *R. pseudoacacia* plantations and the obtained high correlation coefficients indicate a close relationship between the studied indicators. The data obtained will make it possible in the future to calculate the honey productivity of Robinia stands more accurately, taking into account the dynamics of their taxation indicators.

Keywords: melliferous plants, forest fund, forest belts, taxation indicators, forest growth conditions

Acknowledgments: the research was carried out without financial support within initiative theme.

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of Interest: the authors declared no conflicts of interest.

For citation: Samsonova I. D., Sattarov V. N., Ilyasov R. A., Plahova A. A. Dynamics of honey productivity of *Robinia pseudoacacia* L. plants of the steppe Don region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(4):592-604. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.4.592-604>

Received: 17.02.2023

Accepted for publication: 20.07.2023

Published online: 30.08.2023

Лесное хозяйство и пчеловодство имеют давнюю общую историю [1]. Хотя в зарубежной литературе отмечается, что на глобальном уровне систематические данные и научные исследования о взаимодействии между лесным хозяйством и пчеловодством довольно скудны [2].

Известно, что на биоресурсный потенциал плодовых и ягодных растений важное влияние оказывают пчелы. При опылении энтомофильных растений создаются благоприятные условия не только для увеличения продуктивности лесных видов, но и сохраняется устойчивость естественных популяций. [1, 3]. По наблюдениям Д. Срдиц (D. Srdić), польза от симбиоза между пчелами и растениями, культурными и дикорастущими, в 6-10 раз выше, чем от получения продуктов пчеловодства [4]. Отмечая, что польза от опыления во много раз больше, чем от получения меда и других продуктов пчеловодства (воск, маточное молочко, пыльца, прополис, пчелиный яд), ученые предлагают строить новую систему пчеловодства, основной задачей которой станет опыление, а производство меда и других пчелиных продуктов будет только побочной деятельностью [5].

Как медоносная культура *Robinia pseudoacacia* L. (робиния ложноакациевая или робиния лжеакация, или робиния псевдоакация, или робиния обыкновенная) получила пристальное внимание для изучения в Венгрии, Югославии и Румынии. По мнению С. Керестеш (S. Kereszteshi) [6] и Д. Рауш с соавт. (D. Rauš et. al.) [7], в Венгрии и Югославии для улучшения качества лесов и получения продуктивных насаждений *R. pseudoacacia* L. необходимо вводить ее селекционные сорта.

На юге европейской части России территория Ростовской области занимает значительную площадь степного Придонья. В характерных

для этой местности природно-климатических условиях складывается робиниево-подсолнечниковый тип сбора меда, который отличается значительным биоресурсным потенциалом лесов и сельхозугодий для медосбора [8].

R. pseudoacacia L. на территории региона в майский период является ведущим медоносом для получения высокого медосбора. В чистых древостоях робинии псевдоакации медовая продуктивность колеблется от 50 до 1500 кг/га меда [9]. Такая вариабельность показателей продуктивности угодий зависит от условий ее произрастания [10, 11].

Для уточнения биоресурсного потенциала робиниевых древостоев и получения достоверных сведений для планирования медосбора необходимо провести комплексный анализ чистых и смешанных разновозрастных насаждений *R. pseudoacacia* L.

Цель исследований – выявление особенностей медовой продуктивности насаждений *R. pseudoacacia* L. в связи с динамикой таксационных показателей и лесорастительными условиями в степном Придонье.

Научная новизна – комплексное изучение насаждений *R. pseudoacacia* L. в различных лесорастительных условиях в качестве ценных угодий для медоносных пчел.

Материал и методы. Объектами исследования служили искусственные древостои, созданные на землях лесного фонда на территории Ростовской области. Климатические условия Ростовской области отличаются продолжительным солнечным сиянием (2000-2200 час. за год), безморозным длительным периодом (от 160-170 дней на севере, до 180-190 дней на юге), быстрым нарастанием тепла в весенний период, что связано с расположением области на юго-востоке европейской части Российской

Федерации. Отмеченная изменчивость в климатических факторах благоприятна для ведения пчеловодства [12].

С целью проведения исследований насаждений *R. pseudoacacia* L. нами выполнены учетные работы в каждом типе леса и группе возраста. Группу возраста робинии лжеакаки определяли согласно данным В. М. Ивонина и В. В. Танюкевича¹: молодняки – до 20 лет; средневозрастные насаждения – от 21 до 50 лет; приспевающие – от 51 до 60 лет; спелые и перестойные – от 61 до 80 лет. Продолжительность класса возраста приняли 10 лет. Возраст спелости у робинии лжеакаки составил 61-70 лет. Возраст и тип леса определяли по таксационным описаниям. Для каждой пробы в камеральных условиях находили средние таксационные показатели древостоя, используя традиционные методы обработки полученных данных. Для описания типа леса и лесорастительных условий (ТЛУ) использовали сокращения: ДОС Д₁ – дубрава сухая осоковая; ДОЗ Д₂ – дубрава свежая осоко-злаковая; ДОЗЛ Д₀ – дубрава очень сухая осоково-злаковая; ДСО Д₂ – дубрава свежая снытьево-осоковая; ВР Д₂Н₁ – вязовник разнотравно-крапиво-ежевиковый; СЗР В₁ – суборь сухая, злаково-раkitниковая; СЗЛ С₁ – судубра сухая злаковая; ДБСБ Е₁ – дубняки байрачные на световых берегах.

Для определения средней цветонности (количество цветков на дереве) в конце периода

цветения *R. pseudoacacia* L. подбирали модельные деревья и далее рассчитывали на один гектар насаждения [13].

Метод смывания и рефрактометр ИРФ-22 использовали для определения количества сахара в нектаре [13]. Полученное процентное содержание сахара в нектаре переводили в миллиграммы по формуле Л. В. Сухановой [14].

Сахаропродуктивность *R. pseudoacacia* L. конкретного вида рассчитывали по формуле П. И. Нестерова [13]. Медовую продуктивность изучаемого медоносного растения и угодий для медосбора вычисляли по формуле, предложенной учеными Новочеркасской государственной мелиоративной академии [8].

Статистический анализ выполнен в программе Statistica 8.0: анализ главных компонент, множественный регрессионный и дисперсионный анализ AMOVA, множественный корреляционный анализ.

Результаты и их обсуждение. Для пчеловодства изучаемого региона насаждения *R. pseudoacacia* L. на землях лесного фонда занимают большие площади (до 18,609 тыс. га) и отличаются значительным биоресурсным потенциалом, который составляет 7111 т среди распространенных медоносных растений [10].

На землях лесного фонда Ростовской области площади робиниевых древостоев увеличиваются с 1980 г. по настоящее время, что связано с активной посадкой лесных культур для создания защитных средообразующих лесонасаждений (рис. 1).

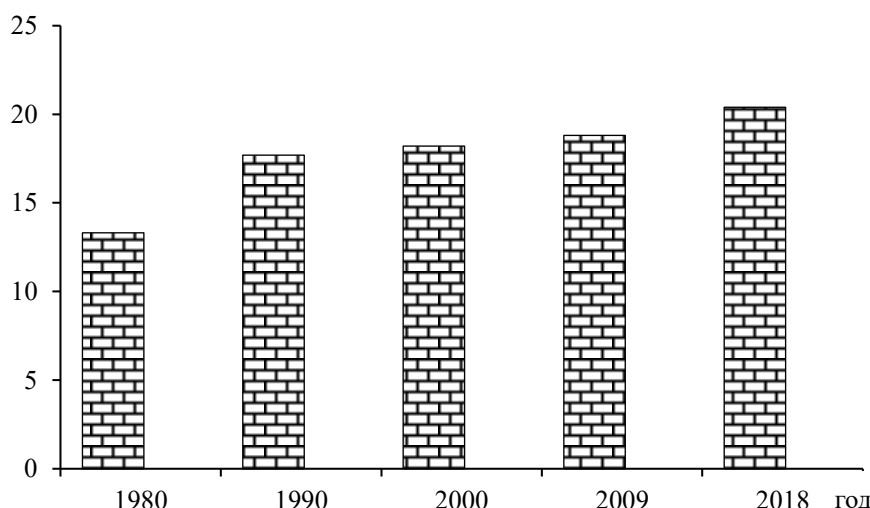


Рис. 1. Площадь насаждений робинии псевдоакаки на территории Ростовской области, тыс. га /
Fig. 1. Area of plantations of pseudoacacia robinia in the Rostov region, thousand hectares

¹Танюкевич В. В., Журавлёва А. В. Мелиоративная роль и продуктивность полезащитных сосновых лесных полос Среднего Дона: монография. Новочеркасск, 2017. 118 с.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yhkhnf>

Защитные лесные полосы на исследуемой территории выполняют функцию биоразнообразия агролесоландшафтов, изменения микроклимата, а также играют существенную роль в получении продуктивных медосборов. На практике возможно получить весомый сбор меда с лесных полос, в структуре которых преобладает *R. pseudoacacia* L. – 25926 т, что

составляет 98,3 % от общего медового запаса агролесоландшафтов [10].

В результате проведенных исследований получены данные (табл. 1), которые указывают, что лучшими таксационными характеристиками выделяются древостои СЗР В₁ по сравнению с ДОО Д₁ в возрасте молодняка. Аналогичная зависимость отмечена между ДОО Д₂ и ДОО Д₁ в средневозрастных древостоях.

Таблица 1 – Таксационные характеристики чистых насаждений *R. pseudoacacia* L. в различных условиях произрастания /

Table 1 – Taxational characteristics of pure stands of *R. pseudoacacia* L. in different growing conditions

№ пробной площади / Test Area No.	Тип леса / Forest type	Тип лесорастительных условий / Type of forest-growing conditions	Класс бонитета / Quality class	Полнота / Completeness	Возраст, лет / Age, years	Средняя высота, м / Average height, m	Средний диаметр, см / Average diameter, cm
Сальское лесничество / Salsky forestry							
49	Дубрава осоковая (ДОО) / Oak grove sedge	Д ₁	III	0,8	26	13,2	14,0
73		Д ₁	I	0,7	21	9,4	8,0
81		Д ₁	III	0,4	8	3,1	2,0
80		Д ₁	II	0,8	50	16,5	20,0
72	Дубрава осоко-злаковая (ДООЗ) / Oak grove sedge and cereal	Д ₂	III	0,6	26	7,1	6,3
105	Дубрава осоково-злаковая (ДООЗЛ) / Oak grove sedge and cereal	Д ₀	IV	0,5	21	4,3	4,5
39	Дубрава снытьево-осоковая (ДООС) / Oak grove glague-sedge	Д ₂	I	0,7	50	19,2	26,6
Мартыновское лесничество / Martynovsky forestry							
48	Дубрава снытьево-осоковая (ДООС) / Oak grove glague-sedge	Д ₂	IA	1,0	13	8,5	8,1
64	Дубрава осоково-злаковая (ДООЗЛ) / Oak grove sedge and cereal	Д ₀	IV	0,6	27	7,0	10,1
Багаевское участковое лесничество / Bagaevsky district forestry							
74	Вязовник разнотравно крапиво-ежевиковый (ВР) / Elm forest heterogeneous-nettle-blackberry	Д ₂ Н ₁	III	0,7	50	14,0	16,0
Кашарское лесничество / Kashar forestry							
79	Суборь злаково-рактитниковая (СЗР) / Subor cereal-broom	В ₁	I	0,7	8	4,3	4,4
25	Судубра злаковая (СЗЛ) / Sudubra cereal	С ₁	II	0,9	13	7,6	8,0
56	Дубняки байрачные на световых берегах (ДБСБ) / Small oak ravine forests on light banks	Е ₁	III	0,7	27	8,9	12,6
Шахтинское лесничество / Shakhty forestry							
101	Дубрава осоковая (ДОО) / Oak grove sedge	Д ₁	III	0,7	38	11,0	14,0
89	Дубрава осоко-злаковая (ДООЗ) / Oak grove sedge and cereal	Д ₀	III	0,4		10,1	12,6
71	Дубрава снытьево-осоковая (ДООС) / Oak grove glague-sedge	Д ₂	I	0,7		15,4	16,8

Таким образом, в благоприятных для роста и развития лесорастительных условиях робинии псевдоакалии (свежие, хорошо дренированные, плодородные почвы) исследуемый медонос отличается хорошими морфологическими признаками, интенсивным ростом и долговечностью. Доказано, что *R. pseudoacacia* L. образует на весьма бедных, сухих и мало-мощных, тяжелого механического состава почвах малопродуктивные и неустойчивые древостой.

Для проведения сравнительного анализа нами были обработаны полученные данные в чистых древостоях робинии псевдоакалии разного возраста и в различных условиях произрастания по количеству сахара в нектаре одного цветка, густоте древостоя, интенсивности цветения одного дерева с последующим определением медовой продуктивности. Результаты показали, что высоким биоресурсным

потенциалом отличаются древостой *R. pseudoacacia* L., произрастающие в условиях молодняка и приспевающего (50-летнего) ДСО Д₂. Медовая продуктивность в высокопродуктивных насаждениях составила соответственно 234,1 и 347,5 кг/га, в ДСО Д₁ среднего возраста продуктивность значительно выше – 306,3 кг/га, чем в лесорастительных условиях ДОЗЛ Д₀ – 232,9 кг/га (табл. 2).

Именно в выделенных лесорастительных условиях *R. pseudoacacia* L. отличается лучшими таксационными показателями, а также максимальным выделением сахара в нектаре, обильным цветением и высокой продуктивностью меда робиниевых насаждений.

Уровень варьирования основных показателей робиниевых насаждений (возраст, тип леса, количество сахаров, цветков и деревьев, медовая продуктивность) представлен на рисунке 2.

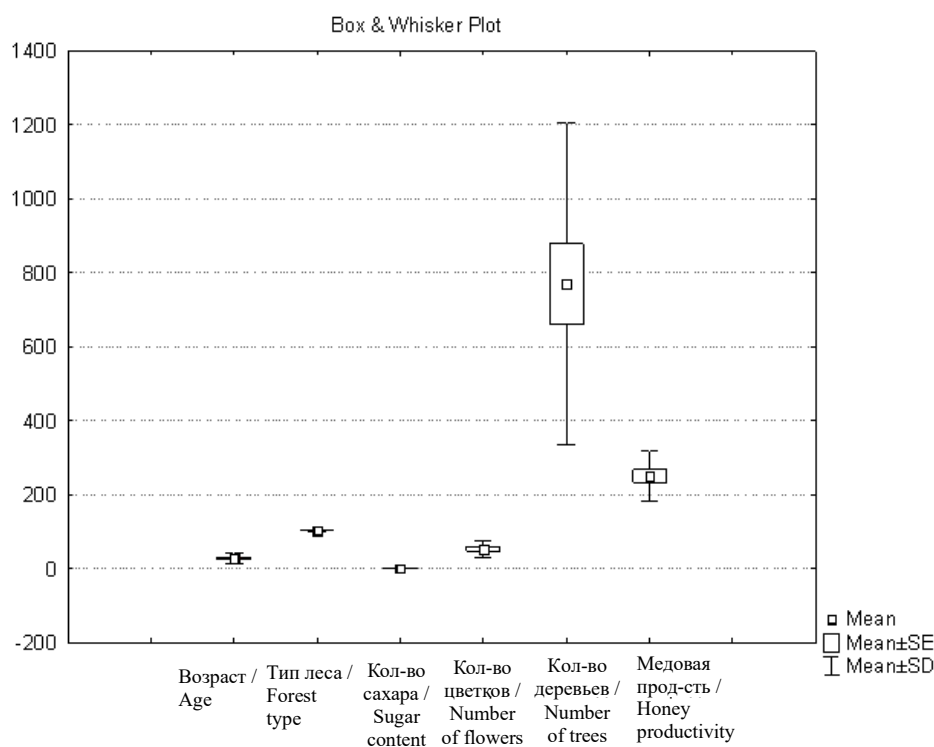


Рис. 2. Доверительные интервалы стандартных ошибок (Std. Dev.) и стандартных отклонений (Std. Err.) основных показателей робиниевых насаждений /

Fig. 2. Confidence intervals of standard errors (Std. Dev.) and standard deviations (Std. Err.) of the main indicators of Robinia stands

Из данных рисунка 2 видно, что уровень варьирования количества деревьев и медовой продуктивности наиболее высокий. Растения на изученной территории существенно отличаются по основным показателям, что говорит о высоком уровне гетерогенности или разнообразия популяции.

Высокий уровень варьирования, на наш взгляд, связан с разными факторами, такими как генетическая изменчивость, различия в условиях окружающей среды, влияние разных видов взаимодействий между растениями и другими.

Таблица 2 – Медовая продуктивность чистых насаждений *R. pseudoacacia* L. /
Table 2 – Honey productivity of *R. pseudoacacia* L. pure stands

№ пробной площади / Test Area No.	Возраст, лет / Age, years	Тип леса / Forest type	Кол-во сахара в одном цветке, мг / Sugar content in one flower, mg	Среднее кол-во цветков на одном дереве, тыс. шт. / Average number of flowers in one tree, thousand pieces	Количество деревьев на 1 га, шт. / Number of trees per 1 ha, pcs.	Медовая продуктивность, кг/га / Honey productivity, kg/ha
49	26	Дубрава осоковая (ДОС) / Oak grove sedge	1,62	53,042	713	306,3
73	21		1,18	49,057	821	237,6
80	50		2,21	90,532	323	323,1
101	38		2,18	75,630	425	350,4
81	8		0,85	20,670	1450	127,4
72	26	Дубрава осоко-злаковая (ДОЗ) / Oak grove sedge and cereal	1,20	51,750	750	232,9
105	21	Дубрава осоково-злаковая (ДОЗЛ) / Oak grove sedge and cereal	1,09	47,46	634	164,0
64	27		1,13	58,86	707	235,1
89	38		2,13	60,64	352	227,3
71	38	Дубрава снытьево-осоковая (ДСО) / Oak grove glaucous-sedge	2,24	65,034	409	297,9
39	50		2,40	80,060	350	347,5
48	13		1,15	26,730	1523	234,1
74	50	Вязовник разнотравно-крапиво-ежевиковый (ВР) / Elm forest heterogeneous-nettle-blackberry	1,86	90,563	350	294,8
79	8	Суборь злаково-ракетинниковая (СЗР) / Subor cereal-broom	0,97	21,730	1450	152,8
25	13	Судубра злаковая (СЗЛ) / Sudubra cereal	1,09	25,03	1348	183,9
56	27	Дубняки байрачные на световых берегах (ДБСБ) / Small oak ravine forests on light banks	1,68	50,162	709	298,7

Распределение на кластеры при анализе главных компонент на основе основных показателей выявило разделение робиниевых

насаждений на три группы или кластеры, что указывает на наличие различий в свойствах и характеристиках между ними (рис. 3).

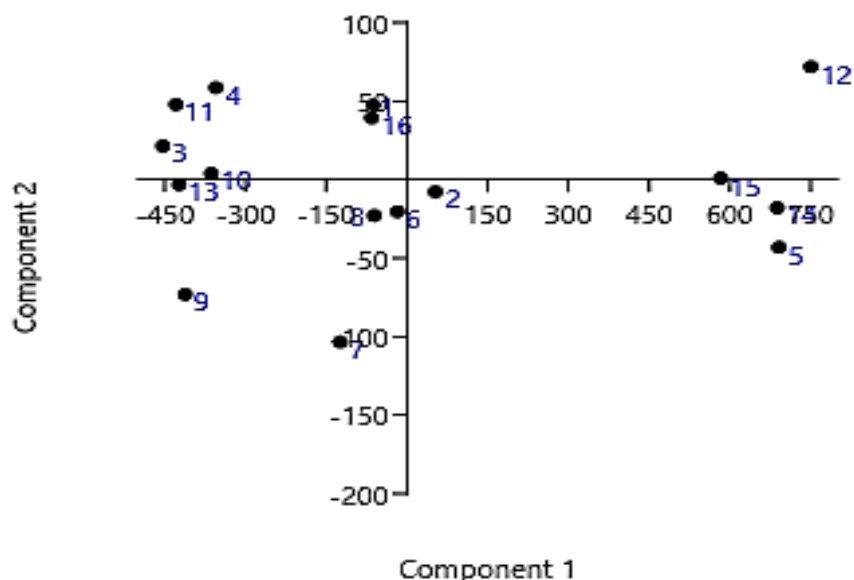


Рис. 3. Анализ главных компонент распределения в двумерном пространстве пробных площадок робиниевых насаждений по значениям основных показателей: числовые обозначения соответствуют следующим пробным площадкам: 1 – 49, 2 – 73, 3 – 80, 4 – 101, 5 – 81, 6 – 72, 7 – 105, 8 – 64, 9 – 89, 10 – 71, 11 – 39, 12 – 48, 13 – 74, 14 – 79, 15 – 25, 16 – 56 (описание площадок см. в табл. 1) /

Fig. 3. Analysis of the main components of the distribution in two-dimensional space of trial plots of Robinia stands according to the values of the main indicators: numerical designations correspond to the following trial plots: 1 – 49, 2 – 73, 3 – 80, 4 – 101, 5 – 81, 6 – 72, 7 – 105, 8 – 64, 9 – 89, 10 – 71, 11 – 39, 12 – 48, 13 – 74, 14 – 79, 15 – 25, 16 – 56 (see the description of the sites in the table 1)

Из данных рисунка видно, что рассмотренные показатели имеют стандартные отклонения, резко отличающиеся (разный уровень изменчивости) между показателями в популяции.

Высокие стандартные отклонения у большинства признаков (количество деревьев, медовая продуктивность, количество цветков и

возраст) указывают на большую их вариативность, что является результатом генетических различий, влияния окружающей среды и прочее (табл. 3).

Коэффициенты, полученные в процессе множественного регрессионного анализа показателей, даны в таблице 4.

Таблица 3 – Описательная статистика по основным показателям робиниевых насаждений /

Table 3 – Descriptive statistics on the main indicators of Robinia stands

Показатель / Index	Среднее / Mean	Min	Max	Станд. откл. / Std. Dev.
Возраст, лет / Age, years	28,375	8	50	14,3939
Кол-во сахара в одном цветке, мг / Sugar content in one flower, mg	1,5613	0,85	2,40	0,5372
Среднее количество цветков на одном дереве, тыс. шт. / Average number of flowers in one tree, thousand pieces	54,1844	20,670	90,563	22,8479
Количество деревьев на 1 га, шт. / Number of trees per 1 ha, pcs.	769,625	323	1523	434,7417
Медовая продуктивность, кг/га / Honey productivity, kg/ha	250,8625	127,4	350,4	69,4939

Таблица 4 – Множественный регрессионный анализ по оценке влияния на медовую продуктивность основных показателей робиниевых насаждений /

Table 4 – Multiple regression analysis to assess the influence of the main indicators of Robinia plantations on honey productivity

Показатель / Index	Бета-коэффициент / Beta-coefficient	Ст. ошибка Std. Err. Бета-коэффициента / Standard error Beta coefficient	В-коэффициент / B-coefficient	Ст. ошибка Std. Err. В-коэффициента / Std. error. B coefficient	t-статистика / t-statistics	Вероятность, P / Probability, P
Возраст / Age	-1,89045	0,967043	-9,127	4,6689	-1,95487	0,059106
Тип леса / Forest type	0,11886	0,146691	3,676	4,5363	0,81029	0,043663
Кол-во сахара в одном цветке / Sugar content in one flower	1,13343	0,35326	146,624	45,6987	3,20849	0,009356
Среднее кол-во цветков на одном дереве / Average number of flowers in one tree	2,18345	0,843711	6,641	2,5662	2,58791	0,027047
Количество деревьев на 1 га / Number of trees per 1 ha	0,46846	0,34937	0,075	0,0558	1,34087	0,020962

Примечания: Коэффициент детерминации $R = 0,91661012$, $F(5,10) = 10,514$, Ст. ошибка Std. Err. = 34,026392368. При $P < 0,05$ влияние основных показателей на медовую продуктивность псевдоакаки статистически значимое /

Notes: Determination coefficient $R = 0.91661012$, $F(5,10) = 10.514$, St. error Std. Err. = 34.026392368. If the probability $P < 0.05$ influence of the main indicators on the honey productivity of pseudo-acacia is statistically significant

Необходимо отметить, что одно из преимуществ бета-коэффициентов (по сравнению с В-коэффициентами) заключается в том, что бета-коэффициенты позволяют сравнить относительные вклады каждой независимой переменной в предсказание зависимой переменной. Наиболее значимы в медовой продуктивности *R. pseudoacacia* такие показатели, как тип леса, количество сахаров в одном цветке, среднее количество цветков и количество деревьев в пересчете на 1 га.

Эти данные представляют значения В-коэффициентов в множественном регрессионном анализе, показывают величину изменения зависимой переменной при изменении соответствующей независимой переменной на одну единицу при условии, что все остальные переменные остаются постоянными. В данном случае, В-коэффициенты указывают на влияние каждого из показателей (возраст, тип леса, количество сахаров в одном цветке, среднее количество цветков на одном дереве и количество деревьев на 1 га) на медовую продуктивность *R. pseudoacacia*. Отрицательное значение В-коэффициента для возраста акации (-9,127) означает, что увеличение возраста деревьев связано с уменьшением медовой продуктивности. Положительные значения В-коэффициентов для остальных показателей указывают

на положительную связь с медовой продуктивностью: тип леса (3,676); количество сахаров в одном цветке (146,624); среднее количество цветков на одном дереве (6,641); количество деревьев на 1 га (0,075).

Коэффициент детерминации R в регрессионном анализе указывает насколько тесной является связь между факторами регрессии и зависимой переменной, это соотношение объясненных сумм квадратов возмущений к необъясненным – чем ближе к 1, тем ярче выражена зависимость (табл. 5). Возраст растений, количество сахаров в цветке и количество цветков на дереве положительно влияют на медовую продуктивность, тогда как тип леса и плотность деревьев на гектар имеют незначительное или отрицательное влияние на нее.

Метод AMOVA позволяет определить, какие факторы влияют на изменения в группах и имеет множество применений. Поскольку вероятность $P < 0,05$, основные показатели оказывают влияние на медовую продуктивность псевдоакаки на статистически значимом уровне. Чем больше F-статистика, тем больше вариация между выборочными средними по сравнению с вариациями внутри выборок. То есть, чем больше значение F-статистика, тем больше доказательств того, что существует разница между средними группами. Значение

F-статистики = 10,51362 показывает значительное влияние на медовую продуктивность

R. pseudoacacia основных показателей робиниевых насаждений (табл. 6).

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции по результатам множественного регрессионного анализа ($P < 0,05$) /

Table 5 – Correlation coefficients based on the results of multiple regression analysis ($P < 0.05$)

Показатель / Index	Возраст / Age	Тип леса / Forest Type	Кол-во сахара в одном цветке / Sugar content in one flower	Среднее кол-во цветков на одном дереве / Average number of flowers in one tree	Количество деревьев на 1 га / Number of trees per 1 ha
Медовая продуктивность робиниевых насаждений / Honey productivity of Robinia plantations	0,81	-0,12	0,85	0,81	-0,72

Таблица 6 – Дисперсионный анализ АМОВА по оценке влияния на медовую продуктивность основных показателей робиниевых насаждений /

Table 6 – AMOVA analysis of variance to assess the influence of the main indicators of Robinia plantations on honey productivity

Сумма квадратов / Sum of squares	Число степеней свободы, df / Number of degrees of freedom, df	Сумма средних квадратов / Sum of mean squares	F-статистика / F-statistics	Вероятность, P / Probability, P
60863,08	5	12172,62	10,51362	0,000988

Таким образом, можно утверждать, что выполненные исследования по изучению показателей медоносного растения находятся в тесной зависимости от лесорастительных условий.

Нами проведен анализ характеристики пробных площадей в искусственных насаждениях, заложенных для наблюдения за влиянием таксационных показателей и интенсивности цветения на некторовыделение *R. pseudoacacia* L. Изучение ряда положений по взаимоотношению *R. pseudoacacia* L. с сопутствующими породами позволило выделить основные моменты, которые оказывают непосредственное влияние на рост, развитие и медовую продуктивность насаждений.

По биологическим и экологическим характеристикам гледичия обыкновенная или трехколючковая (*Gleditsia triacanthos* L.) имеет схожие признаки с *R. pseudoacacia* L. Гледичия и ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.) отличаются особенностями корневой системы, что создает конкурентную борьбу с робинией за почвенную влагу и элементы питания в верхних горизонтах. Поверхность почвы в культурах, в составе которых эти две породы, быстро зарастает дерниной, так как они плохо оттепляют почву. Все это ведет к нарушению водного баланса, суховершинности и отмиранию

насаждения. В первые годы жизни гледичия угнетается со стороны робинии псевдоакация. Замечено, что лучшему росту *R. pseudoacacia* L. способствует появление в составе древостоя ясеня зеленого (*Fraxinus lanceolata* L.).

Включение в степной зоне в состав насаждений клена остролистного (*Acer platanoides* L.), который угнетается корневой системой робинии, и клена полевого (*Acer campestre* L.) благоприятно отражается на скорости роста робинии псевдоакация и на ее устойчивости. В сухих типах насаждений робинии не рекомендуется вводить клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), так как положительного результата по совместному росту этих пород не выявлено.

Отмечено, что в смешанных посадках *R. pseudoacacia* L. опережает в росте по высоте вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.), это связано с влиянием полога вяза на верхние слои почвы и его восприимчивостью к голландской болезни. Необходимо отметить, что массовая поломка деревьев этих пород связана с возникновением гололеда.

Нами проведены исследования по уточнению медовой продуктивности смешанных древостоев с разным участием в составе культур *R. pseudoacacia* L.

Систематизировав полученные результаты исследований, получили, что медовая продуктивность древостоя находится в прямой зависимости от доли участия *R. pseudoacacia* L. в его составе. При расчетах медовой продук-

тивности насаждения учитывали продуктивность всех медоносных растений в составе древостоя. С увеличением доли участия *R. pseudoacacia* L. в составе древостоя медовая продуктивность насаждений повышалась от 84 до 412 кг/га (рис. 4).

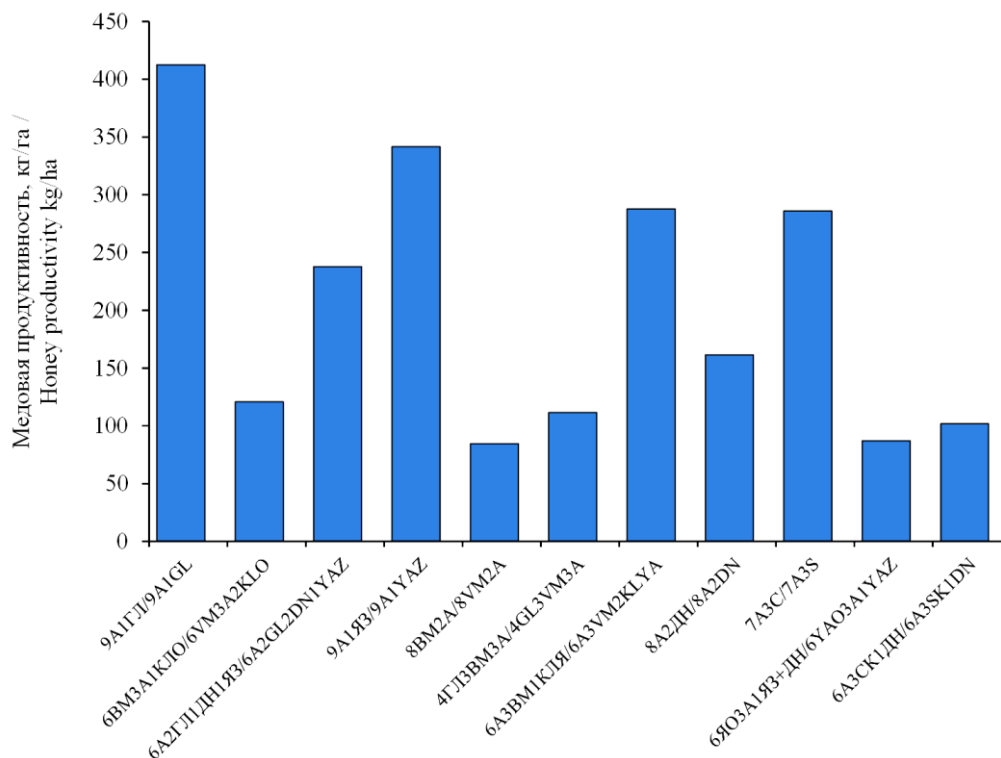


Рис. 4. Медовая продуктивность смешанных насаждений с участием *R. pseudoacacia* L. (в формуле состава А – акация или робиния лжеакация, ГЛ – гледичия обыкновенная, ВМ – вяз мелколистный, ДН – дуб низкостовольный, КЛО – клен остролистный, КЛЯ – клен ясенелистный, ЯЗ – ясень зеленый, С – сосна обыкновенная, СК – сосна крымская, ЯО – ясень обыкновенный), кг/га

Fig. 4. Honey productivity of mixed plantations with participation of *R. pseudoacacia* L. (in formula А – acacia or robinia pseudoacacia, GL – common gledicia, VM – fine-leaved elm, DN – low-barreled oak, CLO – sharp-leaved maple, CLL – ash-leaved maple, YAZ – green ash, C – common pine, SC – Crimean pine, YAO – common ash), kg/ha

Полученные данные в результате исследования позволили обработать материал и вывести уравнение зависимости медовой продуктивности от состава насаждения: $Y = 45,738X - 27,56$. Коэффициент корреляции $r = 0,9492$ показывает на значимую связь рассмотренных показателей медовой продуктивности древостоя (Y , кг/га) и участия *R. pseudoacacia* L. в составе древостоя (X , ед).

По нашим исследованиям получено также уравнение зависимости $Y = 0,0343X^2 + 2,1089X + 77,484$, $r = +0,9858$, указывающее на связь между содержанием сахара в нектаре 100 цветков (X , мг) и возрастом (Y , лет).

Впоследствии получена связь между медовой продуктивностью *R. pseudoacacia* L. и возрастом, что выражается уравнением:

$Y = 4,114 + 364,1, R^2 = 0,5391$, где Y – медовая продуктивность древостоя, кг/га, X – возраст древостоя, лет.

Медовая продуктивность *R. pseudoacacia* L. неуклонно увеличивается с возраста молодого древостоя до приспевающего насаждения. Полученные результаты согласуются с данными югославских ученых о наибольшей медовой продуктивности (около 500 кг/га) старых акациевых лесов [5].

Наши исследования показали, что медовая продуктивность находится в зависимости не только от выделения сахара одним цветком, но и от интенсивности цветения *R. pseudoacacia* L. и количества медоносных деревьев на участке (табл. 7) [15].

Таблица 7 – Медовая продуктивность робиниевых древостоев разного возраста /
Table 7 – Honey productivity of Robinia stands of different ages

Показатель / Indicators	Группа возраста, лет / Age group, years				
	молодняки / young	средневозрастные / medium-aged			приспевающие / henshmen
	10	20	30	40	50
Содержание сахара в одном цветке, мг / Sugar content in one flower, mg	1,10	1,18	1,74	2,27	2,64
Кол-во цветков на одном дереве, тыс. шт. / Number of flowers on one tree, thousand pieces	26,345	48,348	70,656	90,234	86,532
Кол-во деревьев на 1 га, шт. / Number of trees per 1 ha, pcs	2500	1554	894	572	434
Медовая продуктивность, кг/га / Honey productivity, kg/ha	362,5	442,5	550	586,3	496,3
Медовая продуктивность, % от max / Honey productivity, % of max	61,8	75,5	93,8	100	84,6

Еще одним таксационным показателем, от которого зависит динамика медовой продуктивности насаждений *R. pseudoacacia* L., является густота древостоя. В результате обработки данных нами получено уравнение обратной зависимости $Y = -0,1913X + 518,61$, $r = -0,6111$, которое указывает на связь изучаемых показателей: густота древостоя (X , шт/га) и медовая продуктивность (Y , кг/га).

Линейным уравнением выражается связь медовой продуктивности и интенсивности цветения: $Y = 4,2775X + 60,83$, $R^2 = 0,8026$, где Y – медовая продуктивность древостоя, кг/га, X – количество цветков на дереве, шт/экз. Полученная зависимость, безусловно, имеет практический интерес.

Анализ полученных данных по изменению медовой продуктивности насаждений *R. pseudoacacia* L. по группам возраста показал, что повышение интенсивности цветения и количества сахара в нектаре цветков в возрасте от молодняка до средневозрастного древостоя (40 лет) оказывает влияние на рост медовой продуктивности робиниевых насаждений от 362,5 до 586,3 кг/га. Динамика роста изучаемого показателя наблюдается с 10-летнего возраста древостоя с продуктивностью 61,8 % от полученной максимальной, а своего максимума достигает в возрасте 40 лет. Уменьшение числа деревьев *R. pseudoacacia* L. на единице площади в возрасте 50 лет приводит к снижению медовой продуктивности до 397 кг/га, что составляет 84,6 % от максимума.

Наши исследования показали, что в условиях степного Придонья при создании лесных полос с участием робиниевых насаждений для рационального использования их медоносной базы необходимо учитывать следующее:

- не рекомендуется полезащитные лесные полосы создавать из чистых робиниевых насаждений, так как они образуют ажурную конструкцию, что способствует проникновению большого количества сорной травянистой растительности;

- необходимо вводить при создании полезащитных лесных полос для оттенения почвы сопутствующие теневыносливые древесные породы с хорошо развитыми кронами, при этом сохраняя участие *R. pseudoacacia* L., как главной породы. Своевременно проводить у сопутствующих пород подрезку нижних сучьев.

С целью повышения медосбора с *R. pseudoacacia* L. в условиях лесных полос рекомендуем следующие мероприятия:

- в сезон медосбора разделить пасеку на несколько групп из ульев и организовать их установку в лесных полосах таким образом, чтобы обширно охватить площадь угодий с участием медоносного растения. Учитывая радиус эффективного лета пчел 2 км, т. е. радиус оптимального использования источника, при имеющихся особенностях структуры и расположения полезащитных лесных полос на территории степного Придонья, под отдельную пасеку из 40-50 пчелиных семей планируется отводить около 26 га пастбищных угодий из медоносных древесных, кустарниковых и травянистых видов;

- для эффективного сбора нектара за короткий период цветения *R. pseudoacacia* L. в благоприятно складывающихся для медосбора погодных условиях в данной местности необходимо обеспечить пасеку здоровыми и крепкими пчелиными семьями.

Степное Придонье – это уникальный регион [16, 17, 18], где пчеловодство может

быть успешно развито, даже при сложных погодных условиях. Соблюдение представленных рекомендаций по размещению пасек в период медосбора позволяет не только получать товарную продукцию пчеловодства, но и способствует своевременному опылению культур и дикорастущих растений

Выводы. Выполненные исследования имеют важное практическое значение, так как позволяют более точно рассчитать медовую продуктивность робиниевых древостоев с учетом динамики их таксационных показателей. Комплексный анализ особенностей медовой продуктивности разновозрастных чистых и смешанных насаждений *R. pseudoacacia* L. показал:

1. В насаждениях *R. pseudoacacia* L. с лучшими таксационными показателями в условиях ДСО Д₂ в приспевающем возрасте наблюдается активное выделение сахара в нектаре 2,48 мг и

интенсивное цветение деревьев 80,060 тыс. шт., что позволяет получить высокую медовую продуктивность насаждений 347,5 кг/га.

2. С изменением возраста насаждений количество сахара в одном цветке *R. pseudoacacia* L. неуклонно растет и максимум медовой продуктивности гектара робиниевых насаждений, которая зависит от интенсивности цветения и содержания сахара в нектаре одного цветка, отмечается в возрасте 40 лет.

3. Выведенные нами уравнения зависимости медовой продуктивности от таксационных характеристик насаждений *R. pseudoacacia* L. и полученные высокие коэффициенты корреляции указывают на тесную связь изучаемых показателей. Динамика густоты древостоя с возрастом понижается, а интенсивность цветения увеличивается.

Список литературы

1. Самсонова И. Д., Нешатаев В. Ю., Тхао Д. В., Зыонг Н. Т. Эколого-биологический анализ медоносов березняков. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2019;(229):104-117. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41571774> EDN: AOMVSU
2. Hill D. B., Webster T. C. Apiculture and forestry (bees and trees). Agroforestry Systems. 1995;29(3):313-320. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00704877>
3. Levin M. D. Value of Bee Pollination to United States Agriculture. American Bee Journal. 1984;(124):184-186.
4. Srdić D. Vaznost pčelarstva šumarstvo. Šumarskilist. 1946;1-6:55-56.
5. Овчинникова М. А., Морева Л. Я. Биопотенциал фитоценозов медоносных растений Краснодарского края. Пчеловодство. 2022;(8):18-20.
6. Керестеши С. Лес белой акации – база венгерского пчеловодства. Апиакта. 1984;(1):1-9.
7. Rauš Đ., Vukelić J., Španjol Ž. Bagremova šuma kao ispaša za pčele. Šumarski list. 1988;112(7-8):351-359.
8. Самсонова И. Д., Саттаров В. Н. Ресурсный потенциал угодий для медосбора степного Придонья: монография. Воронеж: АгПринт, 2021. 210 с.
9. Samsonova I., Gryazkin A., Belyaeva N., Bepalova V., Lyubimov A., Belyaev V., Petrik V. Nature-oriented potential resource and melliferous value of forest belts in steppe agro-forest landscapes. Folia Forestalia Polonica, Series A. 2018;60(2):99-107. URL: <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/16267/DOI%2010.2478-ffp-2018-0010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Самсонова И. Д. Биоресурсный потенциал экосистем степного Придонья как база развития пчеловодства. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014;4(43):57-62. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23388481> EDN: TRVBPL
11. Клименкова Е. Т., Кушнир Л. Г., Бачило А. И. Медоносы и медосбор. Минск: Ураджай, 1980. 280 с.
12. Экологический вестник Дона. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2021 году. Ростов-на-Дону: Министерство природных ресурсов и экологии, 2021. 396 с. Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp>
13. Саттаров В. Н., Самсонова И. Д., Морев И. А., Ильясов Р. А. Фундаментальные методы исследований в пчеловодстве и их результаты. Уфа: БГПУ им. М. Акмуллы, 2023. 183 с.
14. Суханова Л. В., Котов М. М. Лесные ресурсы пчеловодства. Пчеловодство. 2000;(6):23-24.
15. Самсонова И. Д., Добрынин Н. Д. Улучшение биоресурсного потенциала медоносных угодий степного Придонья. Вестник РАСХН. 2013;(4):37-39. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19428932> EDN: QJEGGD
16. Турчин Т. Я. Естественные степные дубравы донского бассейна и их восстановление. М.: ВНИИЛМ, 2004. 312 с.
17. Богданова И. Б. Степные медоносы на орошаемых землях Ростовской области. Пчеловодство. 2020;(3):25-27.
18. Турчин Т. Я., Турчин Т. А. Древесная флора естественных лесных экосистем в степной части донского бассейна. Оценка биологического разнообразия. Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2008;(4):105-106. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11635222> EDN: IVDYUV

References

1. Samsonova I. D., Neshataev V. Yu., Tkhaov D. V., Zyong N. T. Ecological and biological analysis of honey plants of birch stands. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii. 2019;(229):104-117. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41571774>
2. Hill D. B., Webster T. C. Apiculture and forestry (bees and trees). Agroforestry Systems. 1995;29(3):313-320. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00704877>
3. Levin M. D. Value of Bee Pollination to United States Agriculture. American Bee Journal. 1984;(124):184-186.

4. Srdić D. Vaznost pčelarstva za šumarstvo. Šumarski list. 1946;1-6:55-56.
5. Ovchinnikova M. A., Moreva L. Ya. Biopotential of phytocenosis of honey plants of the Krasnodar territory. *Pchelovodstvo*. 2022;(8):18-20. (In Russ.).
6. Keresteshi S. White acacia forest is the base of Hungarian beekeeping. *Apiakta*. 1984;(1):1-9.
7. Rauš Đ., Vukelić J., Španjol Ž. Bagremova šuma kao ispaša za pčele. Šumarski list. 1988;112(7-8):351-359.
8. Samsonova I. D., Sattarov V. N. Resource potential of land for honey collection in the steppe Don region: monograph. Voronezh: *ArtPrint*, 2021. 210 p.
9. Samsonova I., Gryazkin A., Belyaeva N., Bespalova V., Lyubimov A., Belyaev V., Petrik V. Nature-oriented potential resource and melliferous value of forest belts in steppe agro-forest landscapes. *Folia Forestalia Polonica, Series A*. 2018;60(2):99-107. URL: <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/16267/DOI%2010.2478-ffp-2018-0010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Samsonova I. D. bioresource potential of steppe ecosystems of don basin from the point of view of regional apiculture development. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Voronezh state agrarian university. 2014;4(43):57-62. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23388481>
11. Klimenkova E. T., Kushnir L. G., Bachilo A. I. Honey plants and honey collection. Minsk: *Uradzhay*, 1980. 280 p.
12. Ecological Bulletin of the Don. On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2021. Rostov-na-Donu: *Ministerstvo prirodnikh resursov i ekologii*, 2021. 396 p. URL: <https://cloud.mail.ru/public/y4z8/iDnCunkzp>
13. Sattarov V. N., Samsonova I. D., Morev I. A., Ilyasov R. A. Fundamental research methods in beekeeping and their results. Ufa: *BGPU im. M. Akmully*, 2023. 183 p.
14. Sukhanova L. V., Kotov M. M. Forest resources of beekeeping. *Pchelovodstvo*. 2000;(6):23-24.
15. Samsonova I. D., Dobrynin N. D. Improving the bioresource potential in nectarous lands of Predon steppe. *Vestnik RASKhN*. 2013;(4):37-39. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19428932>
16. Turchin T. Ya. Natural steppe oak forests of the Don basin and their restoration. Moscow: *VNIILM*, 2004. 312 p.
17. Bogdanova I. B. Steppe honey plants on irrigated lands of the Rostov region. *Pchelovodstvo*. 2020;(3):25-27. (In Russ.).
18. Turchin T. Ya., Turchin T. A. The wood flora of natural wood ecosystems in steppe part of the river don basin. Evaluation of biological variety. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Estestvennye nauki* = Bulletin of Higher Education Institutes North Caucasus Region. Natural Sciences. 2008;(4):105-106. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11635222>

Сведения об авторах

✉ **Самсонова Ирина Дмитриевна**, доктор биол. наук, профессор кафедры лесоводства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова», пер. Институтский, 5У, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, 194021, e-mail: public@spbfu.ru; профессор кафедры экологии, географии и природопользования, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», ул. Октябрьской революции, д. 3-а, г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация, 450008, e-mail: office@bspu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5301-5618>, e-mail: isamsonova18@mail.ru

Саттаров Венер Нуруллович, доктор биол. наук, профессор кафедры биоэкологии и биологического образования, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы», ул. Октябрьской революции, д. 3-а, г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация, 450008, e-mail: office@bspu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6331-4398>

Ильясов Рустем Абузарович, доктор биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории нейробиологии развития, ФГБУН Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, ул. Вавилова, д. 26, г. Москва, Российская Федерация, 119334, e-mail: info@idbras.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2445-4739>

Плахова Алевтина Алексеевна, доктор биол. наук, профессор кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», ул. Добролюбова, 160, г. Новосибирск, Российская Федерация, 630039, e-mail: rector@nsau.edu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5957-8101>

Information about the authors

✉ **Irina D. Samsonova**, DSc in Biological Science, Professor at the Department of Forestry, Saint-Petersburg State Forest Technical University, per. Institutskiy, 5U, Saint Petersburg, Russian Federation, 194021, e-mail: public@spbfu.ru, Professor at the Department of Ecology, Geography and Nature Management, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, st. October Revolution, 3-a, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation, 450008, e-mail: office@bspu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5301-5618>, e-mail: isamsonova18@mail.ru

Vener N. Sattarov, DSc in Biological Science, Professor at the Department of Bioecology and Biological Education, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, st. October Revolution, 3-a, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation, 450008, e-mail: office@bspu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6331-4398>

Rustem A. Ilyasov, DSc in Biological Science, senior researcher, the Laboratory of Developmental Neurobiology, Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences, st. Vavilova, 26, Moscow, Russian Federation, 119334, e-mail: info@idbras.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2445-4739>

Alevtina A. Plahova, DSc in Biological Science, Professor at the Department of Biology, Bioresources and Aquaculture, Novosibirsk State Agrarian University, st. Dobrolyubova, 160, Novosibirsk, Russian Federation, 630039, e-mail: rector@nsau.edu.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5957-8101>

✉ – Для контактов / Corresponding author