

УДК 638.132.1

DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-4-89-93

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕДОНОСНЫХ РЕСУРСОВ
ЛИПОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РАЗНЫХ
ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

© Р.Р. Хисамова, Р.Г. Фархутдинов, Р.Р. Хисамов, Х.Г. Мусин

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) занимает важное место среди медоносных древесных растений в Республике Башкортостан. Липовые леса, которые формируют основу лесного фонда региона, растут в разнообразных условиях среды, что предполагает существование множества популяций липы с разными показателями продуктивности и качеством нектара. В связи с этим актуально провести исследования по анализу генетического полиморфизма и популяционной структуры *T. cordata* в Республике Башкортостан, используя методы молекулярной генетики. В статье представлены результаты исследований по оценке состояния насаждений липы мелколистной, произрастающих в различных почвенно-климатических зонах Республики Башкортостан.

Ключевые слова: медоносные ресурсы, нектаропродуктивность, генетический полиморфизм, *Tilia cordata*.

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) является основным медоносным древесным растением в Республике Башкортостан (РБ), которая обладает относительно высокой нектаропродуктивностью [1].

На территории Республики Башкортостан (РБ) находятся несколько природных зон. И каждая зона характеризуется различным спектром растительных биоценозов, сформированных под влиянием определенных агроклиматических факторов, влияющих на нектаропродуктивность как дикорастущих, так и культурных медоносных растений [2, 3]. Актуальность проводимых исследований связана с необходимостью развития в республике рационального пчеловодства, которое связано с сохранением уникальной бурзянской популяции темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* L. и полноценным использованием медоносных ресурсов в лесах Республики Башкортостан.

Целью исследований является лесоводственно-генетический сравнительный анализ насаждений липы мелколистной, произраста-

ющих в разных почвенно-климатических зонах Республики Башкортостан.

В соответствии с поставленной целью были проведены исследовательские работы по оценке медопродуктивности липовых насаждений (*Tilia cordata* Mill.) на лесных участках особо охраняемых природных территориях (ООПТ). При определении статистических данных для проведения расчетов использовали лесоустроительные документы, материалы ГБУ РБ лесничеств и экспедиционных выездов, проведенных в 2018–2023 гг.

Для выделения ДНК использовали СТАВ-метод с некоторыми модификациями для липы [4]. Для ISSR анализа нами были выбраны три праймера ISSR 17, ISSR 38 и HB14 (табл. 1). Выбор праймеров был обусловлен тем, что именно они по данным ряда авторов показали наибольшую эффективность по отношению к другим исследованным объектам [5, 6].

Реакционная смесь для ISSR-анализа объемом 30 мкл содержала следующие компоненты: 1 мкл Таq-полимеразы, 3 мкл 10-кратного буфера Таq-полимеразы, 3 мкл MgCl₂, 0.25 мМ

ХИСАМОВА Рамиля Раилевна, Уфимский университет науки и технологий,

e-mail: r.hisamova@mail.ru

ФАРХУТДИНОВ Рашит Габдулхаевич – д.б.н., Уфимский университет науки и технологий,

e-mail: frg2@mail.ru

ХИСАМОВ Раиль Рауфович – д.б.н., Башкирский государственный аграрный университет,

e-mail: hisrail@mail.ru

МУСИН Халит Галеевич – к.б.н., Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, e-mail: mg@khalit.ru

каждого dNTP, 1 мкл праймера (для ISSR-анализа), 1 мкл ДНК. Амплификация проходила по протоколу [4]. Для более тщательной оценки качества ДНК образцы были загружены на 5% полиакриламидный гель, и затем был проведен электрофорез в 10xTBE-буфере. Гель был окрашен бромистым этидием (5 мг/л) и зафиксирован с помощью системы документирования гелей Gel Doc EZ System («Bio-Rad Laboratories», США).

Т а б л и ц а 1

Последовательности праймеров для ISSR-анализа

Название праймера	Последовательность
ISSR17	(GA) ₈ YC
ISSR38	(CT) ₈ G
HB14	(GA) ₆ YG

В результате проведенных исследований можно с большой вероятностью утверждать, что наиболее важным компонентом в оценке медоносных ресурсов является определение доли липовых насаждений в лесном фонде. Наиболее

информативным среди таксационных показателей, характеризующих нектаропродуктивность липовых насаждений, является их возрастной состав [7] (табл. 2).

Известно, что по своей медопродуктивности наилучшими считаются спелые и перестойные насаждения липы [8]. Анализ таксационных показателей на изучаемых территориях свидетельствует, что липняки этих групп доминируют во всех ООПТ за исключением Бижбулякского района и занимают в целом довольно большую площадь 17795.01 га, на долю молодняков приходится 1381.1 га, припевающие 945.3 га и средневозрастные 2628.0 га.

Для определения медопродуктивности липовых древостоев были проведены расчеты этого показателя с учетом лесоводственно-таксационных показателей [8, 9]. Проведенные расчеты медопродуктивности липовых насаждений в исследуемых ООПТ показали, что данные территории располагают значительной кормовой базой для развития отрасли пчеловодства (табл. 3). По показателям суммарной нектаропродуктивности наибольшие запасы нектара могут формироваться на территории

Т а б л и ц а 2

Распределение площади липовых насаждений по группам возраста на территориях ООПТ в природных зонах РБ

ООПТ	Покрытие лесной растительности липовыми насаждениями, га				
	Всего, га	Молодняки	Средневозрастные	Припевающие	Спелые и перестойные
Зилим	12535.2	185.5	332.1	181.3	11836.3
Шайтан-Тау	1951.21	3.5	624.6	82.8	1240.31
Икское	3489.5	70.4	101.8	114.7	3202.6
Аскинское	1865.4	474.0	588.3	102.0	701.1
Бижбулякский	939.5	339.6	249.8	174.9	175.2
Усень-Ивановский	1968.6	308.1	731.4	289.6	639.5
Итого	22749.41	1381.1	2628.0	945.3	17795.01

Т а б л и ц а 3

Медопродуктивность липовых насаждений на территории ООПТ

ООПТ	Общая площадь липняков, га	Потенциальная нектаропродуктивность, кг	Потенциальная медопродуктивность, кг	Количество пчелосемей, шт.
Зилим	12535.2	2297080.7±43016.8	1435675.4±30257.3	11964±643
Шайтан-Тау	1951.21	350245.5±17991.3	218903.4±8334.4	1824±78
Икское	3489.5	623276.7±32642.4	389547.9±8315.6	2996±137
Аскинское	1865.4	258041.4±14064.8	161275.9±5603.5	1344±56
Бижбулякский	939.5	112007.3±3068.7	70004.6±1373.8	583±10
Усень-Ивановский	1968.6	298018.2±4748.5	186261.4±9966.4	1552±22
Итого	22749.41	3938669.8±125240.5	2461668.6±111043.7	20263±824

ООПТ «Зилим», что связано с преобладанием на территории спелых и перестойных деревьев липы, которые потенциально могут выделять много нектара – 800–1000 кг/га [8]. Имея показатели по потенциальной нектаро- и медопродуктивности можно рассчитать потенциальное количество пчелосемей, которое можно содержать на территории ООПТ.

Таким образом, можно оценивать медоносные ресурсы лесных площадей, изученных ООПТ, как потенциально высокие. Фактором, тормозящим продуктивное использование ресурсов, является в первую очередь слабо развитая транспортная инфраструктура в рассматриваемых территориях. Во многих лесных районах, располагающих большими площадями спелых и перестойных липовых древостоев, не имеются вблизи населенные пункты и отсутствуют пути передвижения для осуществления кочевки пасек. Развитие кочевого пчеловодства

является наиболее рациональным подходом к использованию медоносного потенциала изучаемых ООПТ, расположенных в различных почвенно-климатических зонах.

Представлялось интересным сравнить, имеют ли популяции лип, расположенных в различных почвенно-климатических зонах, генетическое различие. Так, образцы 1, 2, 6, 7, 8 были собраны на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности, образцы 3, 4, 5, 10 – в горно-лесной зоне, образцы 11, 12, 13, 14 на территории Зилаирского плато и образец 9 из Аскинского заказника, расположенного на западной территории Уфимского плато.

Сбор растительного материала был произведен с 14 случайно выбранных липовых насаждений на исследуемых территориях Республики Башкортостан (табл. 4). В наших исследованиях использовались гербарные образцы листьев липы.

Т а б л и ц а 4

Точки сбора растительного материала для сравнительного анализа разнообразия генетического материала T. Cordata

№	Географическое расположение	Координаты
1	Бижбулякский р-н, окрестности дер. Елбулактамак	53.32236 с.ш., 54.1571 в.д.
2	Бижбулякский р-н, окрестности с. Бижбуляк	53.4236 с.ш., 54.16123 в.д.
3	Гафурийский р-н. Заказник «Зилим»	54.0242 с.ш., 57.08305 в.д.
4	Гафурийский р-н (за детским санаторием). окрестности дер. Курорта	53.55371 с.ш., 56.32229 в.д.
5	Мелеузовский р-н. Национальный парк Башкирия. п. Нугуш	53.03854 с.ш., 56.42079 в.д.
6	Белебеевский р-н, окрестности дер. Усен-Ивановское	54.11472 с.ш., 54.2176 в.д.
7	Белебеевский р-н. г. Белебей	54.09273 с.ш., 54.11766 в.д.
8	Белебеевский р-н. г. Белебей	54.09077 с.ш., 54.09058 в.д.
9	Аскинский район. с. Аскино	56.09555 с.ш., 56.61099 в.д.
10	Ишимбайский район. г. Ишимбай	53.41975 с.ш., 56.03714 в.д.
11	Зилаирский р-н. Государственный природный заповедник «Шайтан-тау»	52.04154 с.ш., 57.58351 в.д.
12	Зилаирский р-н. Государственный природный заповедник «Шайтан-тау»	52.01832 с.ш., 57.497 в.д.
13	Кугарчинский район. д. Баш-Беркутово	52.3524 с.ш., 56.6184 в.д.
14	Кугарчинский район. д. Сирбай	52.441718 с.ш., 56.498138 в.д.

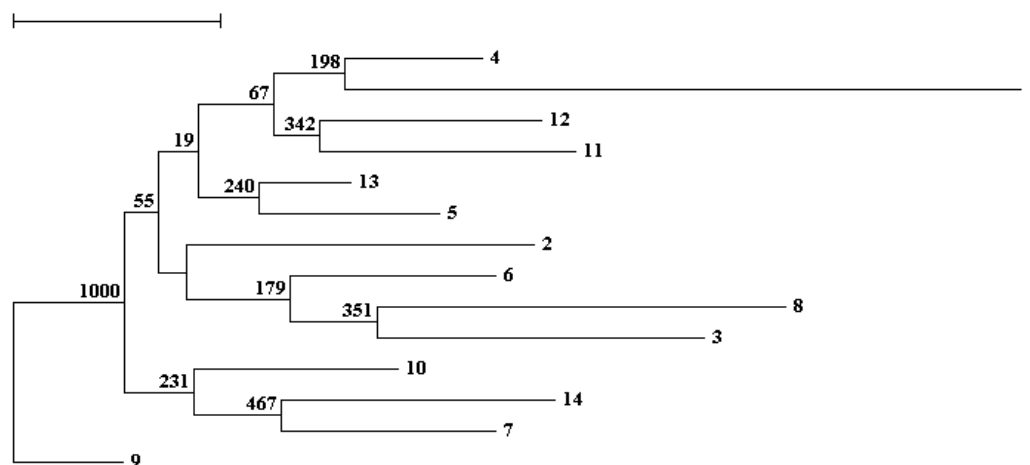


Рис. Общая схема дендрограммы сходства образцов *T. cordata* на территории Республики Башкортостан, полученная с использованием метода ISSR-анализа

Результаты ISSR-анализа оценивают с использованием бинарной матрицы, в которой значения 1 и 0 указывают на наличие или отсутствие продукта соответственно. Генетические отношения оцениваются с использованием анализа кластеров UPGMA (невзвешенный парный метод с арифметическим средним), основанный на индексах генетического подобия. Для построения дендрограммы применяют метод UPGMA с использованием программы TREECON [10] (рис.).

На рисунке иллюстрирована дендрограмма филогенетического дерева по результатам ПЦР с маркерами ISSR17, ISSR38 и HB14. Мерой родства между образцами листьев липы является филогенетическое расстояние. Ветви, показанные на рисунке соединенными узлами, означают взаимоотношение между образцами. Образец липы под номером 9 (Аскинский район, с. Аскино) является опорным объектом. Исходя из рисунка дендрограммы, следует, что образцы под номером 1 и 8 являются наиболее филогенетически отдаленными образцами (Бижбулякский р-н, окрестности дер. Елбулактам, Белебеевский р-н, г. Белебей). Все остальные образцы более-менее генетически близки между собой. Филогенетическое дерево, полученное путем введения бинарного кода в программу Treecon, показало на ожидаемое генетическое сродство и различия, связанные с географическим местообитанием липы мелколистной. Последующей задачей будет поиск и расширение спектра индивидуальных маркеров для лип. Это в дальнейшем поможет показать специфичность популяций липы и использовать их при оценке нектаропродуктивных популяций.

Литература

1. Khisamov R.R., Farkhutdinov R.G., Yumaguzhin F.G., Ishbulatov M.G., Mustafin R.F., Galeev E.I., Kutliyarov A.N., Rakhmatullin Z.Z. Honey Production Potential and Cadastral Valuation of Melliferous Resources for the Southern Urals // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. V. 13. I. 5. P. 4622–4629. DOI: 10.3923/jeasci.2018.4622.4629
2. Варламов А.А., Хисамов Р.Р., Стафийчук И.Д., Фархутдинов Р.Г. Кадастр медоносных ресурсов. М., 2016. 400 с.
3. Хисамов Р.Р., Фархутдинов Р.Г., Хасанов Ф.Р. Использование недревесных ресурсов леса на Бугульминско-Белебеевской возвышенности Башкортостана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (46). С. 12–14.
4. Мусин Х.Г., Хисамова Р.Р., Фархутдинов Р.Г., Ямалеева А.А., Кулуев Б.Р. Модифицированный ЦТАБ-метод выделения высококачественной днк из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) для выявления мультислокусного полиморфизма // Известия Уфимского научного центра РАН. 2024. № 2. С. 62–76. DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-2-62-76
5. Грушецкая З.Е., Никитинская Т.В., Кубрак С.В., Дзюбан О.В., Кухарева Л.В., Поликсенова В.Д., Титок В.В., Лемеш В.А., Парфенов В.И., Хотылева Л.В. Использование ISSR-анализа для изучения внутри- и межвидового генетического полиморфизма различных таксонов высших растений // Вестник БГУ. Серия 2. Химия. Биология. География. 2013. № 3. С. 50–56.
6. Нигматуллина Н.В., Кулуев А.Р., Кулуев Б.Р. Молекулярные маркеры, применяемые для определения генетического разнообразия и видоидентификации дикорастущих растений // Biomcs. 2018. Т. 10. № 3. С. 290–318. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-39.
7. Фархутдинов Р.Г., Туктаров В.Р., Ишемгулов А.М. Медоносные ресурсы. Уфа: Башкирский ГАУ, 2013. 212 с.

8. Мурахтанов Е. С. Основы организации комплексного хозяйства в липняках Средней Волги. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972. 302 с.

9. Фархутдинов Д.Р., Габдуллина Н.И., Хисамова Р.Р., Баймова С.Р., Фархутдинов Р.Г. Программа для расчета медопродуктивности липовых насаждений: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682298 Российская Федерация. Заявка № 2022681072. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02 ноября 2022 г.

10. Nei M., Li W.H. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1979. V. 76 (10). P. 5269–5273.

References

1. Khisamov R.R., Farkhutdinov R.G., Yumaguzhin F.G., Ishbulatov M.G., Mustafin R.F., Galeev E.I., Kutliyarov A.N., Rakhmatullin Z.Z. Honey Production Potential and Cadastral Valuation of Melliferous Resources for the Southern Urals // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018, vol. 13, iss. 5, pp. 4622–4629. DOI: 10.3923/jeasci.2018.4622.4629

2. Varlamov A.A., Hisamov R.R., Stafijchuk I.D., Farhutdinov R.G. Kadastr medonosnyh resursov (Monografija). Moscow, 2016, 400 p.

3. Hisamov R.R., Farhutdinov R.G., Hasanov F.R. Ispol'zovanie nedrevesnyh resursov lesa na Bugul'minsko-Belebeevskoj vozvyshechnosti Bashkortostana // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, no. 2(46), pp. 12–14.

4. Musin H.G., Hisamova R.R., Farhutdinov R.G., Jamaleeva A.A., Kuluev B.R. Modificirovannyj CTAB-metod vydelenija vysokokachestvennoj dnk iz lipy

melkolistnoj (*Tilia cordata* Mill.) dlja vyjavlenija multilokusnogo polimorfizma // Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN, 2024, no. 2, pp. 62–76. DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-2-62-76

5. Grusheckaja Z.E., Nikitinskaja T.V., Kubrak S.V., Dzjuban O.V., Kuhareva L.V., Poliksenova V.D., Titok V.V., Lemesh V.A., Parfenov V.I., Hotyleva L.V. Ispol'zovanie ISSR-analiza dlja izuchenija vnutri- i mezhvidovogo geneticheskogo polimorfizma razlichnyh taksonov vysshih rastenij // Vestnik BGU. Serija 2. Himija. Biologija. Geografija, 2013, no. 3, pp. 50–56.

6. Nigmatullina N.V., Kuluev A.R., Kuluev B.R. Molekuljarnye markery, primenjaemye dlja opredelenija geneticheskogo raznoobrazija i vidoidentifikacii dikorastushchih rastenij // Biomix, 2018, vol. 10, no. 3. pp. 290–318. DOI: 10.31301/2221-6197.bmix.2018-39.

7. Farhutdinov R.G., Tuktarov V.R., Ishemgulov A.M. Medonosnye resursy. Ufa: Bashkirskij GAU, 2013, 212 p.

8. Murahtanov E.S. Osnovy organizacii kompleksnogo hozjajstva v lipnjakah Srednej Volgi. Leningrad: Izd-vo LGU, 1972, 302 p.

9. Farhutdinov D.R., Gabdullina N.I., Hisamova R.R., Baimova S.R., Farhutdinov R.G. Programma dlja rascheta medoproduktivnosti lipovyh nasazhdenij: svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2022682298 Rossijskaja Federacija. Zajavka № 2022681072. Zaregistrovano v Reestre programm dlja JeVM 02 nojabrja 2022.

10. Nei M., Li W.H. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // Proceedings of the National Academy of Sciences, 1979, vol. 76(10), pp. 5269–5273.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HONEY RESOURCES OF LINDEN PLANTED FORESTS LOCATED IN DIFFERENT SOIL AND CLIMATIC ZONES OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© R.R. Khisamova¹, R.G. Farkhutdinov¹, R.R. Khisamov², Kh.G. Musin³

¹Ufa University of Science and Technology,
32, ulitsa Zaki Validi, 450076, Ufa, Russian Federation

²Bashkir State Agrarian University,
34, ulitsa 50-letija Oktjabrja, 450001, Ufa, Russian Federation

³Institute of Biochemistry and Genetics – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre
of Russian Academy of Sciences,
71, prospect Oktyabrya, 450054, Ufa, Russian Federation

Small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) occupies an important place among honey-bearing woody plants in the Republic of Bashkortostan. Linden forests, which form the basis of the forest fund of the region, grow in various environmental conditions, which suggests the existence of many Linden populations with different productivity indicators and nectar quality. In this regard, it is important to conduct research on the analysis of genetic polymorphism and population structure of *T. cordata* in the Republic of Bashkortostan, using molecular genetics methods. The article presents the results of studies on the assessment of the state of small-leaved linden plantations growing in various natural and climatic zones of the Republic of Bashkortostan.

Keywords: honey resources, nectar productivity, genetic polymorphism, *Tilia cordata*.