



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

¹Хисамова Р.Р., ²Мусин Х.Г., ¹Карюгина В.Г., ¹Фархутдинов Р.Г.

¹Уфимский университет науки и технологий, Россия, 450076, Уфа, ул. Заки Валиди, 32

²Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Россия, 450054, Уфа, Проспект Октября, 71

Резюме

Липа мелколистная или сердцевидная – *Tilia cordata* Mill. – является основным медоносным растением природных зон Республики Башкортостан и обладает высокой нектаропродуктивностью. Для повышения нектаропродуктивности липовых насаждений перспективным является применение генетических исследований с использованием молекулярно-генетических маркеров, в частности, генетического полиморфизма видов, а также популяций.

Ключевые слова: липа, *Tilia cordata*, полиморфизм, медоносные ресурсы.

Цитирование: Хисамова Р.Р., Мусин Х.Г., Карюгина В.Г., Фархутдинов Р.Г. Экологическая и физиолого-биохимическая характеристика популяций липы мелколистной на территории Республики Башкортостан // *Biomics*. 2022. Т.14(4). С. 300-304. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-28

© Авторы

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SMALL-LEAVED LINDEN POPULATIONS IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

¹Khisamova R.R., ²Musin Kh.G., ¹Karyugina V.G., ¹Farkhutdinov R.G.

¹Ufa University of Science and Technology, 32 Zaki Validi str., Ufa, 450076, Russia

²Institute of Biochemistry and Genetics, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, 71 Pr. Oktyabrya, Ufa, 450054, Russia

Resume

Small-leaved linden – *Tilia cordata* Mill. – is a main melliferous plant in the natural zone of the Republic of Bashkortostan and has a high nectar productivity. For research of nectar productivity of linden plantations the application of genetic studies using molecular genetic markers, in particular, genetic polymorphism of species as well as populations is promising.

Keywords: linden, *Tilia cordata*, polymorphism, melliferous resources.

Citation: Khisamova R.R., Musin Kh.G., Karyugina V.G., Farkhutdinov R.G. Ecological and physiological and biochemical characteristics of small-leaved linden populations in the territory of the Republic of Bashkortostan. *Biomics*. 2022. V.14(4). P. 300-304. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-28 (In Russian)

© Authors

Располагаясь на стыке Европы и Азии, территория и природно-климатические условия для успешного Республики Башкортостан (РБ) отличается от других регионов весьма разнообразной медоносной растительностью, что выгодно для развития пчеловодства. РБ имеет благоприятные экономические условия для развития пчеловодческой деятельности. На территории республики сосредоточено более 30% насаждений липы мелколистной, произрастающей в Российской Федерации. Здесь проходит восточная

граница распространения ареала этого вида. Липа мелколистная являясь основным медоносным растением природных зон РБ, обладает высокой нектарной продуктивностью [Фархутдинов и др., (Farkhutdinov et al.), 2013]. По зональной схеме европейской части России, Башкортостан находится в переходной части от таежной лесной к лесостепной и степной зоне [Хисамов, Кулагин (Khisamov, Kulagin), 2014]. Территория РБ характеризуется наличием трех природных зон (лесостепная, степная и горно-лесная). При этом рассматриваемые зоны характеризуются различными растительными биоценозами, которые сформировались под влиянием определенных агроклиматических факторов, влияющих на нектаропродуктивность как дикорастущих, так и культурных медоносных растений [Хисамов и др. (Khisamov et al.), 2014].

Нектаропродуктивность растений формируется под воздействием орографических, экологических, биотических и других факторов среды. Образование и выделение нектара в медоносных растениях протекает при наличии определенных температурных показателей и влажности воздуха [Мураханов (Murakhtanov), 1977]. Так, в условиях Башкортостана, похолодание может отодвинуть начало цветения липы вплоть до середины июля, а жаркая погода, напротив, ускорить его. Липа мелколистная относится к теневыносливым холодостойким древесным породам, но требовательна к определенным условиям температуры в вегетационный период [Хлонов (Khlonov), 1965]. В работах ряда исследователей отмечается, что бутоны липы могут повреждаться при высоких температурах воздуха (около 40⁰С) и погибают даже при небольших заморозках (2 - 3⁰С) [Кулагин, Мушинская (Kulagin, Mushinskaya), 1982].

По отношению к водному режиму почв, липа хорошо растет на аэрируемых почвах. Медоносные растения, произрастающие на почвах, которые отвечают их потребностям, выделяют больше нектара и, следовательно, намного лучше посещаются пчелами и имеют большую урожайность. Следовательно, для лучших медоносности и нектаровыделения почва должна соответствовать жизненным потребностям самого растения. На плодородных почвах насаждения липы более устойчивы к засухам, чем на бедных. Непродолжительные периоды засухи липой переносятся относительно хорошо за счет развитой корневой системы [Хазиев и др. (Khaziev et al.), 1995].

Рельеф, высота над уровнем моря, характер склонов также влияют на выделение нектара растениями, в частности, липой. Экспозиция склонов увеличивает продолжительность цветения медоносов [Пельменев (Pelmenev), 1969]. При отсутствии болезней и подходящих погодных условиях липняки цветут ежегодно, но средневозрастные деревья цветут и

выделяют нектар нестабильно. Максимальная нектаропродуктивность липовое дерево достигает в возрасте 70-90 лет [Мадебейкин, Мадебейкин (Madebeykin, Madebeykin), 1999]. Нектаропродуктивность насаждений липы достигает 800-1000 кг/га [Фархутдинов и др., (Farkhutdinov et al.), 2013]. Во время цветения в местах её массового произрастания пчелиные семьи собирают за день до 10-14 кг нектара [Суворова (Suvorova), 2009].

Для создания устойчивых лесных популяций липы необходимо использовать качественный исходный материал. Определить адекватно нектаропродуктивность растительных сообществ, или даже популяции представляется нелегкой задачей, поскольку содержания нектара в цветке в течение дня варьирует в широких пределах, а значит и доступное для пчел количество будет разным. Для определения нектаропродуктивности лесных угодий часто прибегают к косвенным методам, например, к измерению количества меда, собираемого пчелосемьями (Шарыгин, Кривцова (Sharygin, Krivtsova), 2019). Однако такой подход имеет свои недостатки. Например, размер пчелиной семьи и его возраст прямо будут коррелировать с количеством собираемого меда. Прямые же методы определения нектаропродуктивности [Прибылова, Иванов (Pribylova, Ivanov), 2011] могут указать только на потенциальную нектаропродуктивность популяций [Мадебейкин, Мадебейкин (Madebeykin, Madebeykin), 1999]. Однако, они могут помочь при создании генетического паспорта липовых популяций.

Для формирования устойчивых и нектаропродуктивных липовых насаждений весьма перспективным является применение генетических исследований с использованием молекулярно-генетических маркеров, в частности, генетического полиморфизма видов, а также популяций. Молекулярно-генетические маркеры (МГМ) играют огромную роль в анализе генетического полиморфизма, филогенетических отношений между видами и популяциями [Кулуев и др. (Kuluev et al.) 2018a; Нигматуллина и др. (Nigmatullina et al.), 2018]. Анализ ДНК маркеров с целью определения полиморфизма геномной ДНК липы разных зон в дальнейшем поможет выявить их внутривидовое генетическое разнообразие. Таким образом, с использованием МГМ можно создать генетический профиль (fingerprint) популяций лип, которые обладают выраженным устойчивым выделением нектара, и в дальнейшем использовать данный профиль для выявления других популяций нектаропродуктивных лип.

В наших исследованиях [Хисамова и др. (Khisamova et al.), 2021] для выявления генетического полиморфизма были использованы МГМ ISSR16 и ISSR17, которые помогли в определенной степени установить генетическое родство липовых насаждений из разных природных зон, а также генетические различия.

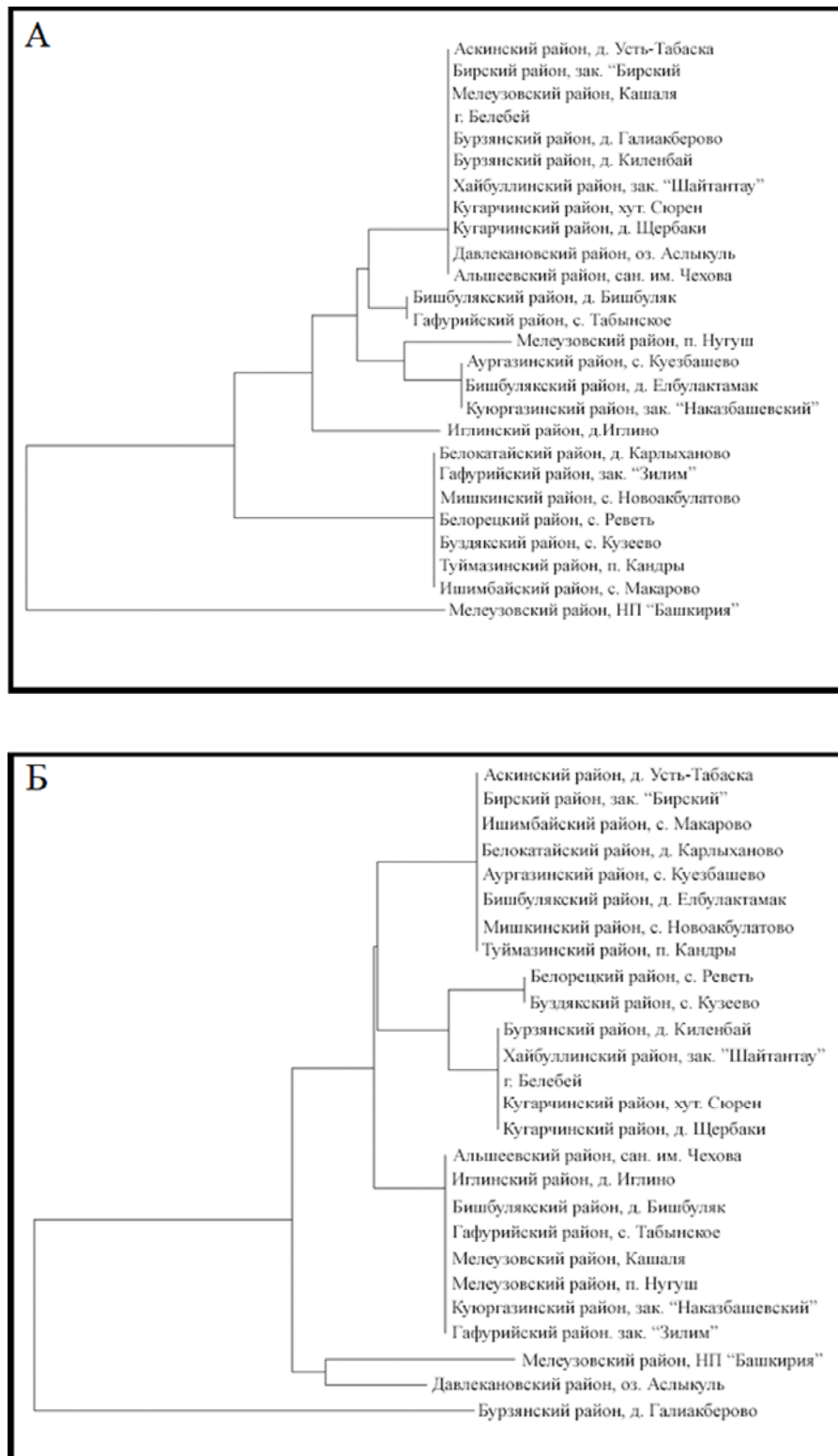


Рис. 1. Дендрограмма сходства образцов *T. cordata* на территории Республики Башкортостан с использованием генетического маркера ISSR16 (А) и ISSR17 (Б).

Fig. 1. Dendrogram of similarity of *T. cordata* samples on the territory of the Republic of Bashkortostan using the genetic marker ISSR16 (A) and ISSR17 (B).

Следует отметить, что в геномах растений количество микросателлитных повторов очень велико, что делает ISSR метод удобным для генетического анализа. Филогенетическое дерево, полученное путем введения бинарного кода в программу Treесon, показало ожидаемое генетическое сродство (рис. 1.) и различия, связанные с географическим местообитанием липы мелколистной. Дальнейшей задачей будет поиск и расширение спектра индивидуальных маркеров для лип. В будущем это поможет показать специфичность популяций липы и использовать их при оценке нектаропродуктивных популяций, в том числе в организуемом в РБ «нектарном лесе» [Кулуев и др. (Kuluev et al.), 2022].

Литература

1. Кулагин Ю.З., Мушинская Н.И. О критических периодах в семенном размножении липы сердцелистной // Лесоведение. 1982. №4. С. 56-61.
2. Кулуев Б.Р., Баймиев Ан.Х., Герашенков Г.А., Чемерис Д.А., Зубов В.В., Кулуев А.Р., Баймиев Ал.Х., Чемерис А.В. Методы ПЦР для выявления мультилокусного полиморфизма ДНК у эукариот, основанные на случайном праймировании // Генетика. 2018. Т. 54. С. 495-511. DOI: 10.7868/S0016675818050016
3. Кулуев Б.Р., Членов И.В., Полякова Н.В., Мурзабулатова Ф.К., Рязанова Н.А., Абдуллина Р.Г., Билалова Р.А., Мусин Х.Г., Заикина Е.А., Бережнева З.А., Кулуев А.Р., Галимова А.А., Шигапов З.Х. Создание первого нектароносного ландшафтного участка непрерывного цветения (нектарного леса) в Республике Башкортостан // Biomics. 2022. Т.14(1). С.1-31. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-1
4. Мадебейкин И.И., Мадебейкин И.Н. Липы разных видов // Пчеловодство. 1999. № 5. С. 22-23.
5. Мурахтанов Е.С. Пчеловодство в липняках. М.: Лесная промышленность. 1977. 313 с.
6. Нигматуллина Н.В., Кулуев А.Р., Кулуев Б.Р. Молекулярные маркеры, применяемые для определения генетического разнообразия и видоидентификации дикорастущих растений // Биомика. 2018. Т. 10. № 3. С. 290–318. doi: 10.31301/2221- 6197.bmcs.2018-39.
7. Пельменев В.К. Справочная книга пчеловода: Факторы влияющие на выделение нектара растениями / В.К. Пельменев. Хабаровск : Книжное издательство. 1969. 288 с.
8. Прибылова Е.П., Иванов Е.С. Оценка нектаропродуктивности видов растений и травянистых экосистем Рязанской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. №. 2. С. 16-21.

9. Суворова С.А. Медоносные ресурсы лесной мещеры // Пчеловодство. 2009. № 7. С. 27
10. Фархутдинов Р. Г., Туктаров В.Р., Ишемгулов А.М. Медоносные ресурсы. Практикум. Уфа: Изд-во Башкир. ГАУ. 2013. 212 с.
11. Хазиев Ф.Х. Почвы Башкортостана / Ф.Х. Хазиев, А.Х. Мукатанов Уфа: Гилем, 1995. Т. 1. 384 с.
12. Хисамов Р.Р., Кулагин А.А. Биологические ресурсы Республики Башкортостан: недревесные ресурсы леса. Уфа: Изд-во БГПУ. 2014. 292 с.
13. 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.
14. Хисамова Р.Р., Мусин Х.Г, Фархутдинов Р.Г. Применение ISSR–маркеров для выявления и оценки генетической дифференциации популяций липы мелколистной на территории Республики Башкортостан // Современные проблемы биохимии, генетики и биотехнологии: материалы III Всероссийской конференции с международным участием. 2021. С. 222-226. DOI: 10.33184/spbgb-2021-09-21.45
15. Хлонов Ю.П. Липы и липняки Западной Сибири. Новосибирск: Редакционно-издательский отдел СО АН СССР. 1965. 155 с.
16. Шарыгин А.М., Кривцова А.В. Нектаропродуктивность лесов хвойно-широколиственной подзоны // Вестник ТвГУ. Серия Биология и экология. 2019. №. 3. С. 55.

References

1. Farkhutdinov R.G., Tuktarov V.R., Ishemgulov A.M. Honey-bearing resources. Practicum. Ufa: Izd-vo Bashkir. GAU. 2013. 212 p. (In Russian)
2. Khaziev F.Kh. Soils of Bashkortostan / F.Kh. Khaziev, A.Kh. Mukatanov Ufa: Gilem. 1995. Т. 1. 384 p. (In Russian)
3. Khisamov R.R., Kulagin A.A. Biological resources of the Republic of Bashkortostan: non-timber forest resources. Ufa. Publishing house of Bashkir State Pedagogical University. 2014. 292 p. (In Russian)
4. Khisamov R.R., Farkhutdinov R.G., Khasanov F.R. The use of non-timber forest resources in the Bugulminsko-Belebeyevskaya uplands of Bashkortostan. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2014. № 2 (46). P. 12-14. (In Russian)
5. Khisamova R.R., Musin Kh.G., Farkhutdinov R.G. Application of ISSR-markers to identify and assess the genetic differentiation of populations of *Tilia cordata* Mill. in the Republic of Bashkortostan. Modern problems of biochemistry, genetics and biotechnology: Proceedings of III All-Russian Conference with international

- participation. 2021. P. 222-226. DOI: 10.33184/spbgb-2021-09-21.45 (In Russian)
6. Khlonov Y.P. Lime trees and linden plantations of Western Siberia. Novosibirsk: Editorial-publishing department of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR. 1965. 155 p. (In Russian)
 7. Kulagin Y.Z., Mushinskaya N.I. On critical periods in seed reproduction of *Tilia cordata*. *Forest Science*. 1982. No. 4. P. 56-61. (In Russian)
 8. Kuluev B.R., Baymiev An.K., Gerashchenkov G.A., Chemeris D.A., Zubov V.V., Kuluev A.R., Baymiev Al.Kh., Chemeris A.V. Random priming PCR strategies for identification of multilocus DNA polymorphism in eukaryotes. *Russian Journal of Genetics*. 2018. V. 54(5). P. 499-513. DOI: 10.1134/S102279541805006X
 9. Kuluev B.R., Chlenov I.V., Polyakova N.V., Murzabulatova F.K., Ryazanova N.A., Abdullina R.G., Bilalova R.A., Musin Kh.G., Zaikina E.A., Berezhneva Z.A., Kuluev A.R., Galimova A.A., Shigapov Z.Kh. Creation of the first nectar-bearing landscape area of continuous flowering (nectar forest) in the Republic of Bashkortostan. *Biomcs*. 2022. V.14(1). P. 1-31. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2022-1 (In Russian)
 10. Madebeykin I.I., Madebeykin I.N. Linden of different species. *Beekeeping*. 1999. № 5. P. 22-23. (In Russian)
 11. Murakhtanov E.S. Beekeeping in linden plantations. Moscow: Lesnaya Promyshlennost'. 1977. 313 p. (In Russian)
 12. Nigmatullina N.V., Kuluev A.R., Kuluev B.R. Molecular markers used to determine the genetic diversity and species identification of wild plants. *Biomcs*. 2018. V.10(3). P. 290-318. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-3 (In Russian)
 13. Pelmenev V.K. Reference book beekeeper: Factors affecting the excretion of nectar plants / VK Pelmenev. Khabarovsk : Book Publishing House. 1969. 288 p. (In Russian)
 14. Pribylova E. P., Ivanov E. S. Evaluation of nectar productivity of plant species and herbaceous ecosystems of Ryazan region. *Vestnik of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Ecology and Life Safety*. 2011. №. 2. P. 16-21. (In Russian)
 15. Sharygin A.M., Krivtsova A.V. Nectar productivity of forests of coniferous-broadleaved subzone. *Vestnik of Tver State University. Series' Biology and Ecology'*. 2019. №. 3. P. 55. (In Russian)
 16. Suvorova S.A. Honey-bearing resources of forest meshera. *Beekeeping*. 2009. № 7. P. 27. (In Russian)