

УДК 581.52: 581.6

DOI 10.29039/2413-1725-2024-10-2-144-164

## МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА LAMIACEAE В РАЗНЫХ ЭКОЛОГО- ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Прохоренко Н. Б., Кадырова Л. Р., Алииха А., Тимофеева О. А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
E-mail: nbprokhorenko@mail.ru

Статья посвящена изучению влияния эколого-ценотических условий на значения ресурсных показателей у пяти представителей семейства Lamiaceae. На территории Республики Татарстан было выявлено, что под пологом леса у исследованных видов увеличивается масса листьев и фотосинтетическое усилие, в полуоткрытых и открытых фитоценозах – воздушно-сухая надземная фитомасса, репродуктивное усилие, коэффициент продуктивности, плотность ценопопуляций, а также урожайность. Для ряда видов показано, что в условиях почти полного освещения содержание фенольных соединений в надземных органах повышается в 5 раз по сравнению с условиями полутени в сообществах закрытого типа. В естественных условиях произрастания большинство исследованных видов имеют незначительные запасы надземной фитомассы, поэтому массовая заготовка лекарственного растительного сырья возможна только при введении их в культуру.

**Ключевые слова:** *Clinopodium vulgare*, *Lamium maculatum*, *Prunella vulgaris*, *Salvia tesquicola*, *Stachys sylvatica*, сухая фитомасса, семенная продуктивность, экологические шкалы, биологический и эксплуатационный запас.

### ВВЕДЕНИЕ

В составе семейства Lamiaceae многие представители имеют ресурсное значение, так как относятся к медоносным, лекарственным, декоративным, красильным, дубильным, пряным, эфиромасличным и овощным растениям.

На территории Республики Татарстан (РТ) произрастает 55 видов многолетних и однолетних травянистых растений из семейства Lamiaceae [1]. Такие представители семейства, как: летнезеленые длиннокорневищные многолетние травы (*Clinopodium vulgare* L., *Lamium maculatum* L., *Prunella vulgaris* L., *Stachys sylvatica* L.), а также стержнекорневой летнезимнезеленый травянистый многолетник (*Salvia tesquicola* Klok. & Pobed.) достаточно часто или спорадически встречаются в составе естественной растительности региона. *C. vulgare* и *P. vulgaris* – голарктические виды, произрастают в светлых лесах, на опушках, *P. vulgaris* также по берегам рек, у дорог, *L. maculatum* и *S. sylvatica* – евро-югозападноазиатские виды, встречаются в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах, кустарниках, *L. maculatum* еще как сорное в огородах,

*S. tesquicola* – восточноевропейско-западноазиатский вид, входит в состав остепненных лугов и степей [1, 2].

Данные виды используются в народной медицине и рассматриваются в качестве перспективных для введения их в группу фармакопейных. В их в надземных органах синтезируются и накапливаются дубильные вещества и флавоноиды, эфирные масла, тритерпеновые сапонины, органические кислоты и другие вещества [3–9]. Для эфиромасличных видов данного семейства проведены разнообразные гистологические и цитологические исследования эпидермы, результаты которых используются в целях определения видовой специфичности лекарственного сырья, а также количественной и качественной оценки эфирного масла [10–16]. Экспериментально показано, что эфирное масло шалфея сухостепного обладает антимикробной активностью, эфирное масло и экстракты чистеца лесного и яснотки крапчатой – инсектицидной активностью, эфирное масло пахучки обыкновенной и черноголовки обыкновенной – антиоксидантной и инсектицидной активностью [6, 17–23].

В то же время, структура популяций, продуктивность семян и урожайность растительного сырья, которые и определяют возможности практического использования растений, на территории Республики Татарстан (РТ) изучены слабо. Задачи современного ботанического ресурсоведения – поддержание устойчивой сырьевой базы и определение ресурсно-фитохимического оптимума вида [24, 25]. Заготовка дикорастущей продукции должна носить научно обоснованный характер и предусматривать не только эксплуатацию, но и режим восстановления природных ресурсов.

Цель работы – определить состав и структуру ценопопуляций *Lamium maculatum*, *Stachys sylvaticum*, *Clinopodium vulgare*, *Prunella vulgaris*, *Salvia tesquicola*, урожайность фитомассы, семенную продуктивность, содержание фенольных соединений, возможность ежегодного сбора в разных эколого-ценотических условиях на территории Республики Татарстан.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой для анализа значений ресурсных параметров у 5 видов растений послужили натурные и лабораторные исследования, которые проводили в течение 2022–2023 гг. У каждого вида были исследованы 2–3 ценопопуляции (ЦП) в составе различных ландшафтных подзон РТ [26].

На северо-западе Предкамья в условиях подзоны хвойно-широколиственных лесов на дерново-подзолистых почвах изучали *L. maculatum* (ЦП 1), *S. sylvatica* (ЦП 1–2), *C. vulgare* (ЦП 1–2), *P. vulgaris* (ЦП 1–3). ЦП 1 *L. maculatum*, *S. sylvatica*, *C. vulgare*, *P. vulgaris* входят в состав сообщества из группы типов *Quercus-Tilieta nemoroherbosa* (табл. 1). В его древостое доминируют *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill.; им сопутствуют *Betula pendula* Roth., *Ulmus glabra* Huds. и *U. laevis* Pall., сомкнутость крон не высокая – 0,5–0,6, есть окна. В травянистом ярусе с проективным покрытием около 65–85 % преобладают виды неморального широколиственного травяного яруса (*Aegopodium podagraria* L., *Carex pilosa* Scop., *Mercurialis perennis* L., *Stachys sylvatica* и др.).

Таблица 1  
Местоположение и фитоценотическая приуроченность исследованных ценопопуляций

Вид	ЦП	Географический район / координаты	Ассоциация
<i>L. maculatum</i>	1	Предкамье / 55°83'69'' с.ш., 48°78'95'' в.д.	<i>Quercu-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>L. maculatum</i>	2	Предволжье / 55°77'74'' с.ш., 48°73'08'' в.д.	Вырубка <i>Quercu-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>S. sylvatica</i>	1	Предкамье / 55°83'69'' с.ш., 48°78'95'' в.д.	<i>Quercu-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>S. sylvatica</i>	2	Предкамье / 55°73'01'' с.ш., 49°21'04'' в.д.	Лесопарк <i>Betulo-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>C. vulgare</i>	1	Предкамье / 55°83'69'' с.ш., 48°78'95'' в.д.	<i>Quercu-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>C. vulgare</i>	2	Предкамье / 55°83'84'' с.ш., 48°96'93'' в.д.	Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>
<i>C. vulgare</i>	3	Предволжье / 55°77'68'' с.ш., 48°69'76'' в.д.	<i>Bromusetum varioherbosum</i>
<i>P. vulgaris</i>	1	Предкамье / 55°83'69'' с.ш., 48°78'95'' в.д.	<i>Quercu-Tilieta nemoroherbosa</i>
<i>P. vulgaris</i>	2	Предкамье / 55°83'84'' с.ш., 48°96'93'' в.д.	Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>
<i>P. vulgaris</i>	3	Предкамье / 55°83'16'' с.ш., 48°96'29'' в.д.	Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>
<i>S. tesquicola</i>	1	Закамье / 55°28'89'' с.ш., 49°99'32'' в.д.	<i>Calamagrostetum salvia tesquicolo-varioherbosum</i>
<i>S. tesquicola</i>	2	Закамье / 54°73'89'' с.ш., 50°10'30'' в.д.	<i>Salvietum varioherbosum</i>

*S. sylvatica* (ЦП 2) выступает компонентом антропогенно нарушенного сообщества *Betulo-Tilieta nemoroherbosa* лесопарка Дубрава, в древостое которого доминирует *Betula pendula*, а травяной покров образован преимущественно неморальными видами. *P. vulgaris* (ЦП 2 и 3) и *C. vulgare* (ЦП 2) изучали в экотонных сообществах опушек хвойно-широколиственного леса из группы типов *Pineta sylvestris composita (nemoro-boroherbosa)*, в травяном покрове которых с проективным покрытием 35–75 %, преобладают лесные злаки (*Bromus benekenii* (Lange) Trimen, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth и др.), луговые растения (*Pimpinella saxifraga* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Achillea millefolium* L. и др.), при участии лесных трав (*Veronica chamaedrys* L., *Fragaria vesca* L., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce и др.).

На севере Предволжья в составе подзоны широколиственных лесов, где распространены серые лесные и дерново-подзолистые почвы, исследовали

*L. maculatum* (ЦП 2) и *C. vulgare* (ЦП 3). *L. maculatum* (ЦП 2) изучалась на вырубке широколиственного леса из группы типов *Querc-Tilieta nemoroherbosa*, где были проведены компенсационные посадки *Pinus sylvestris* L. На вырубке развит обильный подрост из *Acer platanoides* L., *Betula pendula*, *Ulmus laevis* высотой не более 1–1,2 м. В травяном покрове с покрытием 45–55 % распространены устойчивые к повышенному освещению неморальные виды (*Asarum europaeum* L., *Convallaria majalis* L., *Viola mirabilis* L., *Lapsana communis* L.), сорно-рудеральные растения (*Convolvulus arvensis* L., *Sonchus arvensis* L., *Urtica dioica* L.) при небольшом участии луговых видов (*Hypericum perforatum* L., *Achillea millefolium*). *C. vulgare* (ЦП 3) – компонент вторичного остепненного луга на среднекрутом северо-западном склоне, относящегося к ассоциации *Bromusetum varioherbosum*. В травяном покрове с проективным покрытием от 50 % на наиболее крутых участках до 80–90 % доминирует *Bromus inermis* Leyss., ему сопутствуют *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth и такие мезоксерофитные виды, как *Agrimonia eupatoria*, *Campanula rapunculoides* L., *Fragaria viridis* Weston, *Origanum vulgare* L., *Salvia verticillata* L.

На западе Закамья в составе лесостепной подзоны на типичных и выщелоченных черноземах анализировали *S. tesquicola* (ЦП 1 и 2). ЦП 1 входит в состав остепненного луга, относящегося к ассоциации *Calamagrosetum salvia tesquicolo-varioherbosum*. В травостое, общее проективное покрытие которого составляет 100 %, доминируют *Calamagrostis epigejos* и *Salvia tesquicola*, им сопутствуют *Festuca pratensis* Huds., *Medicago falcata* L., *M. sativa* L., *Pimpinella saxifraga*, *Artemisia absinthium* L. и др. ЦП 2 исследовалась на заливаемом весенним паводком остепненном лугу ассоциации *Salvisetum varioherbosum* высокого берега р. Малый Черемшан. Общее проективное покрытие травяного покрова составляет около 100 %, доминируют *Salvia tesquicola* и *Artemisia absinthium*, им сопутствуют *Calamagrostis epigejos*, *Bromus inermis*, *Anthoxanthum odoratum* L., *Potentilla argentea* L., *Eringium planum* L., *Artemisia austriaca* Jacq., *Achillea nobilis* L.

В пределах "зарослей" изучаемых видов были заложены пробные площади (ПП) размером около 250 м<sup>2</sup>. На пробных площадях проводили геоботанические описания с выявлением полного флористического состава сообществ и количественного участия видов по шкале Браун-Бланке. Геоботанические описания использовались для расчета балльных значений экологических факторов – освещенности (L), степени увлажнения почв (F), кислотности (R) и содержания минерального азота (N), которое проводилось на основе экологических шкал Г. Элленберга методом средневзвешенной середины интервала в программе Ecoscale [27].

В пределах ПП на 15 метровых учетных площадках определяли плотность ЦП (шт./м<sup>2</sup>), а также собирали растения с последующей их гербаризацией и сушкой. У длиннокорневищных видов счетной единицей выступал побег, у стержнекорневого – особь семенного происхождения. Перед закладкой гербария определяли сырой вес растений на метровых площадках для последующего определения выхода сухого вещества (%).

В ходе камеральной обработки у сухих растений были измерены количественные и метрические параметры: длина побега (Н, см), общая сухая надземная масса (W, г), сухая масса листьев (Wl, г), сухая масса цветов (Wg, г), число мутовок с соцветиями (N мут., шт.), число цветков в мутовке (N цв., шт.), число семян в цветке (N сем., шт.). Полученные значения использовали для расчёта фотосинтетического ( $LWR=Wl/W$ ) и репродуктивного ( $RE=Wg/W$ ) усилия. Оценку семенного размножения давали по показателям потенциальной (ПСП) и реальной (РСП) семенной продуктивности, а также коэффициента продуктивности ( $K_{пр.}$ ) согласно разработкам Р.Е. Левиной [28]. Объем выборки составил 30 растений/цветков. Кроме того, были подсчитаны популяционные параметры, такие как встречаемость (%) и плотность (экз./м<sup>2</sup>). С учетом методических рекомендаций А. Л. Буданцева [29] определены показатели ресурсного потенциала: урожайность сухой надземной фитомассы, а также биологический запас (БЗ) и возможная ежегодная заготовка (ВЕЗ) свежего растительного сырья на площади в 100 м<sup>2</sup>, оборот заготовки (ОЗ) – 3 года.

В Государственной Фармакопее Российской Федерации в качестве основного способа извлечения фенольных соединений различных классов из растительных матриц используется кипячение на водяной бане с обратным холодильником [30]. Количественное содержание суммы фенольных соединений (мг/г сухой массы) в надземных побегах определяли фитохимическим методом путем водной экстракции в 3-х повторностях для каждой из исследованных популяций по стандартной методике. Результаты обработаны статистически. Достоверность различий полученных данных определяли с помощью критерия Манна-Уитни при 0,05 % уровне значимости в программе OriginPro.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### 2.1 Экологическая характеристика объектов исследований

*Lamium maculatum* и *Stachys sylvatica*, как спутники широколиственных пород, относятся к эколого-ценотической группе неморальных видов (Nm), *Clinodium vulgare*, *Prunella vulgaris* и *Salvia tesquicola* в составе таежных и подтаежных лесов относятся к экоморфе луговых (Md), а в подзоне широколиственных лесов *P. vulgaris* – влажно-луговых (MFr), *C. vulgare* – сухо-луговых (MDr), *S. tesquicola* – степных (St) растений [31, 32].

Методами фитоиндикации с использованием экологических шкал Г. Эллэнберга было определено, что условия местообитания неморальных видов (*L. maculatum* и *S. sylvatica*) полутеневые (L=4,5–6,1), со свежими (F = 4,9–5,5), слабокислыми (R = 6,4–6,8), со средним и выше среднего содержанием минерального азота (N = 5,5–6,1) почвами (рис. 1 А, Б). Наиболее высокие значения освещенности (6.1) и содержания минерального азота (6.1) характерны для вырубки широколиственного леса и в лесопарке Дубрава (ЦП 2).

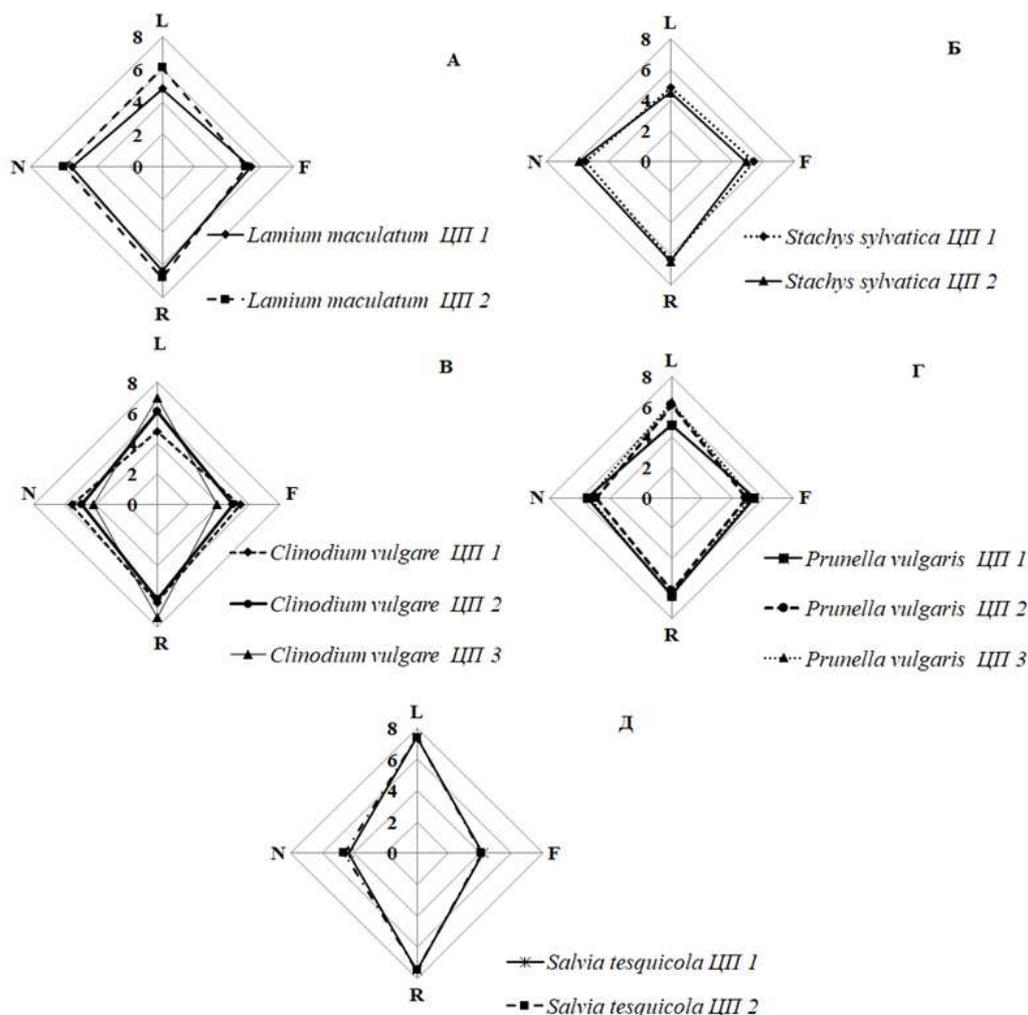


Рис. 1. Характеристика условий местообитания разных представителей семейства Lamiaceae на территории республики Татарстан по экологическим шкалам Г. Элленберга.

Примечание: экологические факторы – освещенность (L), степень увлажнения почв (F), кислотность почв (R) и содержание минерального азота (N).

Местообитания луговых видов *P. vulgaris* (ЦП 1–3) и *C. vulgare* (ЦП 1–2) в Предкамье характеризуются схожими значениями экологических факторов: освещение полутеневое (L=4,8–6,3), почвы свежие (F = 4,9–5,4), слабокислые (R = 6,2–6,5) со средним содержанием азота (N = 4,9–5,5). В Предволжье условия среды *C. vulgare* (ЦП 3) изменяются: почти полная освещенность (L = 7), почвы свежие периодически сухие (F = 3,9), нейтральные (R = 7,4), с содержанием азота ниже среднего (N = 4,1) (рис. 1 В, Г).

Условия местообитания *S. tesquicola* в Закамье отличаются наибольшими значениями освещенности ( $L = 7,6-7,7$ ), а также свежими периодически сухими ( $F = 4,1-4,3$ ), нейтральными или слабо щелочными ( $R = 7,2-7,7$ ), со средним содержанием азота ( $N = 4,6-5,2$ ) почвами (рис. 1 Д).

Таким образом, на западе Предкамья и севере Предволжья РТ распространение ЦП *L. maculatum*, *S. sylvatica*, *P. vulgaris* и *C. vulgare* связано с условиями полутеневого освещения, свежими по степени увлажнения, слабокислыми, со средним содержанием минерального азота почвами. При увеличении освещенности в экотонных сообществах опушки почвенные условия изменяются незначительно, а на вырубке широколиственного леса почвенное богатство возрастает. В Предволжье на открытых склонах увлажнение почв снижается до свежих периодически сухих, богатство азотом становится ниже среднего. На территории низкого Закамья ЦП *S. tesquicola* развиваются на наиболее сухих по степени увлажнения, слабощелочных почвах, что связано с развитием здесь типичных и выщелоченных черноземов. Наиболее широкая экологическая пластичность по отношению к свету, влажности и богатству почв выявлена у *L. maculatum* и *C. vulgare*, другие виды произрастают в сообществах, которые слабо различаются по значению экологических факторов.

## 2.2 Морфологический статус и семенная продуктивность растений в разных эколого-ценотических условиях

Исследуемые лесные и луговые виды семейства Lamiaceae имеют сходную ответную реакцию на изменения эколого-ценотических условий.

У наиболее экологически пластичных видов (ЦП 1 *L. maculatum* и *C. vulgare*) под пологом широколиственного леса растения отличаются достоверно высокими в 1,3–1,4 раза значениями сухой фитомассы листьев, фотосинтетического усилия, а также высоты побега (*C. vulgare*) (табл. 2). В то же время в открытых сообществах (ЦП 2 *L. maculatum* и ЦП 2–3 *C. vulgare*) у растений достоверно увеличиваются в 1,3–2,6 раза значения репродуктивного усилия, надземной сухой фитомассы и фитомассы цветков.

Виды со сравнительно узкой экологической амплитудой также реагируют на увеличение освещенности. В антропогенно нарушенном фитоценозе лесопарка (ЦП 2 *S. sylvatica*) и экотонах опушки (ЦП 2 и 3 *P. vulgaris*) у растений достоверно увеличиваются значения всех морфометрических и аллометрических показателей по сравнению с ЦП 1 в составе дубняка липового. Морфологический статус растений *S. tesquicola* в разных ЦП различался незначительно.

Оценка репродуктивного потенциала показала, что РСП у вегетативно-подвижных лесных и луговых видов не превышает 150 семян/на побег, в то время как у стержнекорневого многопобегового вида *S. tesquicola* – около 370 семян/на растении (табл. 3). Изменения значений ПСП и РСП в разных эколого-ценотических условиях зависят от количества цветков в мутовках (*C. vulgare*, *P. vulgaris*), а также количества семян в цветке (*P. vulgaris*).

Показатели репродуктивного потенциала различаются у неморальных видов. Так, у *S. sylvatica* РСП в 2,3–2,8 раз и Кпр. в 1,3–1,6 раз выше по сравнению с

*L. maculatum*, что во многом определяет и большее участие в составе сообществ из группы типов *Quercus-Tilieta nemoroherbosa*. По нашим данным значения РСП и Кпр. у этих видов не изменяются под влиянием эколого-ценотических условий. Семена *L. maculatum* способны накапливаться в почве, и только на прогалинах и в окнах древостоя возможно появление растений семенного происхождения [32].

Семенной репродуктивный потенциал в ЦП луговых видов изменяется в разных эколого-ценотических условиях. У растений *C. vulgare* в наиболее освещенных условиях опушки (ЦП 2) и остепненного луга (ЦП 3) РСП достоверно увеличивается в 1,4–1,5 раз, *P. vulgaris* (ЦП 3) – в 2 раза, Кпр. – в 1,3–1,7 по сравнению с условиями под пологом леса. При этом Кпр. *C. vulgare* в разных ЦП имеет достаточно высокие значения (85–86 %), Кпр. *P. vulgaris* достигает 93 % на опушках со слабо сомкнутым травянистым покровом.

Потенциал семенной продуктивности у *S. tesquicola* реализуется более полно в ЦП 1, где Кпр. составил 68 % по сравнению с 60 % в ЦП 2. Для сравнения в степных сообществах на юге Ульяновской области ПСП шалфея сухостепного составляет 1130–2348 шт., коэффициент продуктивности еще выше – 75,0–98,6 % [33]. Следовательно, комплекс экологических условий в регионах, расположенных южнее РТ, наиболее подходящие для реализации семенного потенциала *S. tesquicola*.

Таким образом, сравнительный морфометрический анализ показал, что параметры вегетативной и генеративной сфер у исследуемых видов семейства *Lamiaceae* характеризуются разной чувствительностью к действию комплекса факторов среды в закрытых, открытых и экотонных сообществах. Полученные значения сухой массы побега и РСП у лесных видов согласуются с литературными данными [32, 34]. Согласно нашим исследованиям, у *L. maculatum* и *S. sylvatica* вегетативные параметры имеют большую пластичность, чем генеративные. Вегетативные и генеративные параметры *S. tesquicola* изменяются слабо. Наибольшую реактивность изменения параметров вегетативной и генеративной сфер под влиянием разных эколого-ценотических условий показали *P. vulgaris* и *C. vulgare*.

### 2.3 Плотность ценопопуляций, встречаемость и урожайность надземной фитомассы в разных эколого-ценотических условиях

ЦП неморальных видов *L. maculatum* и *S. sylvatica* характеризуются низкими значениями плотности (около 5–8 шт./м<sup>2</sup>) и встречаемости (не более 25 % у *L. maculatum* и 55 % у *S. sylvatica*), урожай надземной фитомассы составляет в среднем 7–16 г/м<sup>2</sup>, что совпадает с имеющимися сведениями [32, 34]. По нашим данным на вырубке в первые несколько лет у *L. maculatum* отмечается достоверное увеличение в 2,3 раза плотности преимущественно за счет генеративных растений, а также урожайности сухой надземной фитомассы (рис. 2, 3).

Таблица 2

Значения морфометрических и аллометрических показателей в ценопопуляциях (ЦП) представителей семейства *Lamiaceae* на территории Татарстана

ЦП/ассоциация	H, см	W, г	Wl, г	Wg, г	RE	LWR
<i>Lamium maculatum</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	43,1± 2,27 <sup>a</sup>	1,35± 0,15 <sup>a</sup>	0,54± 0,07 <sup>a</sup>	0,1± 0,02 <sup>a</sup>	0,07± 0,01 <sup>a</sup>	0,38± 0,02 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Вырубка <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	38,52± 1,74 <sup>a</sup>	1,15± 0,17 <sup>a</sup>	0,39± 0,06 <sup>b</sup>	0,14± 0,02 <sup>a</sup>	0,16± 0,01 <sup>b</sup>	0,32± 0,01 <sup>b</sup>
<i>Stachys sylvatica</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	54,35± 3,33 <sup>a</sup>	1,38± 0,14 <sup>a</sup>	0,72± 0,07 <sup>a</sup>	0,06± 0,02 <sup>a</sup>	0,03± 0,01 <sup>a</sup>	0,52± 0,01 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Лесопарк <i>Betulo-Tilieta nemoroherbosa</i>	63,87± 1,68 <sup>b</sup>	2,01± 0,11 <sup>b</sup>	1,02± 0,06 <sup>b</sup>	0,16± 0,01 <sup>b</sup>	0,08± 0,01 <sup>b</sup>	0,52± 0,03 <sup>a</sup>
<i>Clinodium vulgare</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	37,16± 1,23 <sup>a</sup>	0,4± 0,03 <sup>a</sup>	0,17± 0,01 <sup>a</sup>	0,03± 0,01 <sup>a</sup>	0,07± 0,01 <sup>a</sup>	0,44± 0,01 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	33,94± 1,42 <sup>a</sup>	0,42± 0,03 <sup>ab</sup>	0,15± 0,01 <sup>a</sup>	0,05± 0,01 <sup>ab</sup>	0,1± 0,01 <sup>ab</sup>	0,36± 0,02 <sup>b</sup>
ЦП 3 / <i>Bromusetum varioherbosum</i>	29,2± 0,87 <sup>b</sup>	0,5± 0,03 <sup>b</sup>	0,16± 0,01 <sup>a</sup>	0,06± 0,01 <sup>b</sup>	0,12± 0,02 <sup>b</sup>	0,33± 0,02 <sup>b</sup>
<i>Prunella vulgaris</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	16,66± 0,7 <sup>a</sup>	0,21± 0,02 <sup>a</sup>	0,05± 0,01 <sup>a</sup>	0,05± 0,01 <sup>a</sup>	0,24± 0,02 <sup>a</sup>	0,22± 0,03 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	22,33± 1,38 <sup>b</sup>	0,3± 0,03 <sup>b</sup>	0,12± 0,01 <sup>b</sup>	0,09± 0,01 <sup>b</sup>	0,26± 0,02 <sup>a</sup>	0,42± 0,02 <sup>b</sup>
ЦП 3 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	19,43± 0,85 <sup>c</sup>	0,29± 0,02 <sup>b</sup>	0,1± 0,01 <sup>b</sup>	0,08± 0,01 <sup>b</sup>	0,27± 0,02 <sup>a</sup>	0,37± 0,03 <sup>b</sup>
<i>Salvia tesquicola</i>						
ЦП 1 / <i>Calamagrosetum salvia tesquicola-varioherbosum</i>	74,82± 2,51 <sup>b</sup>	98,80± 27,83 <sup>a</sup>	32,36± 9,09 <sup>a</sup>	34,17± 10,83 <sup>a</sup>	0,29± 0,02 <sup>a</sup>	0,35± 0,02 <sup>a</sup>
ЦП 2 / <i>Salvisetum varioherbosum</i>	68,47± 1,99 <sup>a</sup>	62,9± 9,66 <sup>a</sup>	17,69± 2,54 <sup>a</sup>	16,22± 2,59 <sup>a</sup>	0,26± 0,01 <sup>a</sup>	0,33± 0,01 <sup>a</sup>

Примечание: а-с – достоверность различия при p=0,05 в разных ЦП.

Таблица 3

Потенциальная семенная продуктивность (ПСП), реальная семенная продуктивность (РСП) и коэффициент продуктивности (Кпр.) в ценопопуляциях (ЦП) представителей семейства *Lamiaceae* на территории Татарстана

ЦП/ассоциация	N мут., шт.	N цв., шт.	ПСП шт.	N сем., шт.	РСП	Кпр., %
<i>Lamium maculatum</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	3,43± 0,23 <sup>a</sup>	7,75± 0,88 <sup>a</sup>	99,3± 13,8 <sup>a</sup>	1,95± 0,23 <sup>a</sup>	47,71± 9,16 <sup>a</sup>	50,0± 6,43 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Вырубка <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	3,4± 0,21 <sup>a</sup>	8,73± 0,28 <sup>b</sup>	105,6± 10,56 <sup>a</sup>	2,4± 0,29 <sup>a</sup>	58,27± 7,96 <sup>a</sup>	60,0± 7,24 <sup>a</sup>
<i>Stachys sylvatica</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	8,17± 0,61 <sup>a</sup>	4,9± 0,14 <sup>a</sup>	162,33± 15,31 <sup>a</sup>	3,37± 0,15 <sup>a</sup>	135,58± 19,79 <sup>a</sup>	81,25± 6,97 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Лесопарк <i>Betulo-Tilieta nemoroherbosa</i>	8,67± 0,65 <sup>b</sup>	4,9± 0,09 <sup>a</sup>	169,33± 13,81 <sup>a</sup>	2,93± 0,18 <sup>a</sup>	134,73± 15,69 <sup>a</sup>	78,33± 6,39 <sup>a</sup>
<i>Clinodium vulgare</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	1,28± 0,08 <sup>a</sup>	18,55± 1,18 <sup>a</sup>	92,69± 7,66 <sup>a</sup>	3,4± 0,12 <sup>a</sup>	79,1± 7,35 <sup>a</sup>	85,34± 3,11 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	1,46± 0,1 <sup>a</sup>	22,77± 1,7 <sup>ab</sup>	140,11± 16,9 <sup>ab</sup>	3,43± 0,12 <sup>a</sup>	118,23± 13,94 <sup>ab</sup>	85,7± 2,99 <sup>a</sup>
ЦП 3 / <i>Bromusetum varioherbosum</i>	1,27± 0,08 <sup>a</sup>	24,57± 1,39 <sup>b</sup>	122,13± 9,14 <sup>b</sup>	3,47± 0,12 <sup>a</sup>	107,47± 9,45 <sup>b</sup>	86,67± 3,11 <sup>a</sup>
<i>Prunella vulgaris</i>						
ЦП 1 / <i>Quercus-Tilieta nemoroherbosa</i>	1,37± 0,17 <sup>a</sup>	20,13± 1,42 <sup>a</sup>	98,27± 7,87 <sup>a</sup>	2,67± 0,12 <sup>a</sup>	67,3± 7,06 <sup>a</sup>	66,67± 3,02 <sup>a</sup>
ЦП 2 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	1,07± 0,07 <sup>a</sup>	23,57± 1,26 <sup>b</sup>	100,93± 8,52 <sup>a</sup>	3,2± 0,12 <sup>b</sup>	80,37± 7,02 <sup>a</sup>	80,0± 3,03 <sup>b</sup>
ЦП 3 / Опушка <i>Pineta sylvestris composita</i>	1,17± 0,17 <sup>a</sup>	27,97± 1,25 <sup>c</sup>	127,2± 15,46 <sup>b</sup>	3,73± 0,08 <sup>c</sup>	116,13± 11,48 <sup>b</sup>	93,33± 2,05 <sup>c</sup>
<i>Salvia tesquicola</i>						
ЦП 1 / <i>Calamagrostetum salvia tesquicola-varioherbosum</i>	24,47± 1,34 <sup>a</sup>	4,99± 0,14 <sup>a</sup>	488,27± 28,24 <sup>a</sup>	3,14± 0,08 <sup>a</sup>	347,09± 21,47 <sup>a</sup>	68,46± 2,96 <sup>a</sup>
ЦП 2 / <i>Salvisetum varioherbosum</i>	25,74± 1,01 <sup>a</sup>	5,12± 0,11 <sup>a</sup>	539,09± 23,77 <sup>a</sup>	2,96± 0,15 <sup>a</sup>	335,24± 32,62 <sup>a</sup>	60,20± 4,33 <sup>a</sup>

Примечание: а-с – достоверность различия при p=0,05 в разных ЦП.

Среди луговых растений ЦП *P. vulgaris* характеризуются наиболее высокой плотностью (14–35 шт./ м<sup>2</sup>) и встречаемостью (55–85 %), в их составе генеративные

и вегетативные растения находятся в равном соотношении. Снижение значений этих показателей отмечено в ЦП 2 на опушке с травяным покровом высокой сомкнутости. Урожайность сухой надземной фитомассы не превышает 8 г/м<sup>2</sup> и достоверно не различается в разных ЦП. В ЦП *S. vulgare* плотность находится в пределах 7–12 шт./м<sup>2</sup>, а встречаемость – 35–65 %. Повышение освещенности на опушке и в составе лугово-степного фитоценоза приводит к увеличению плотности и встречаемости в 1,5 раза, урожайности – в 2,6 раз.

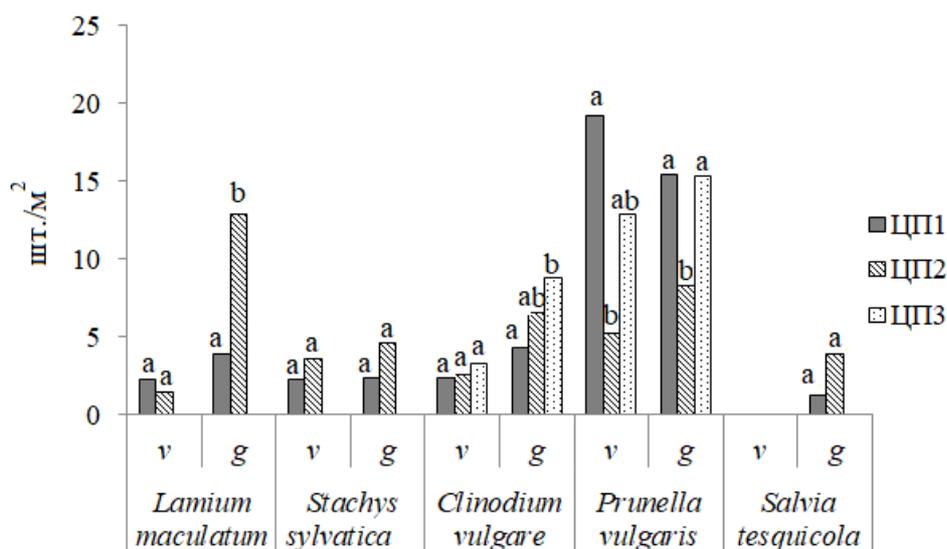


Рис. 2. Соотношение вегетативных (v) и генеративных (g) побегов, в ценопопуляциях (ЦП) представителей семейства Lamiaceae на территории Республики Татарстан.

Примечание: здесь и далее a-b – достоверность различия между вегетативными или генеративными растениями при  $p=0,05$  в разных ЦП одного вида.

ЦП *S. tesquicola* образована только генеративными растениями, плотность составляет 1,3–4,0 шт./м<sup>2</sup>, встречаемость – 60–93 %, при этом наибольшие значения плотности и встречаемости отмечены в составе остепненного луга, для которого характерно затопление в период весеннего паводка (ЦП 2). Отсутствие молодых вегетативных растений в составе ЦП вероятно связано с затруднением прорастания семян в травяном покрове высокой сомкнутости. Урожайность сухой надземной фитомассы наибольшая среди исследованных видов (около 0, 2 кг/ м<sup>2</sup>) ее значения достоверно не изменяются в исследуемых ЦП.

Таким образом, на возрастание значений популяционных параметров в ЦП *L. maculatum*, *S. sylvatica* и *C. vulgare* влияет увеличение освещенности. На вырубке, опушке и в составе остепненного луга по сравнению с лесным фитоценозом

плотность увеличивается в 1,6–3,3 раза, число генеративных растений относительно вегетативных – в 3–12 раз, урожайность надземной фитомассы – в 2,3–2,6 раз. На популяционные характеристики *P. vulgaris* оказывает влияние степень сомкнутости травяного покрова. Увеличение плотности и встречаемости в 2,0–2,6 раз происходит на опушках или в окнах древостоя с разреженным травяным покровом, при этом урожайность не изменяется в разных эколого-ценотических условиях. Решающим фактором, определяющим увеличение значений популяционных параметров в ЦП *S. tesquicola*, выступает периодическое затопление во время весеннего паводка.

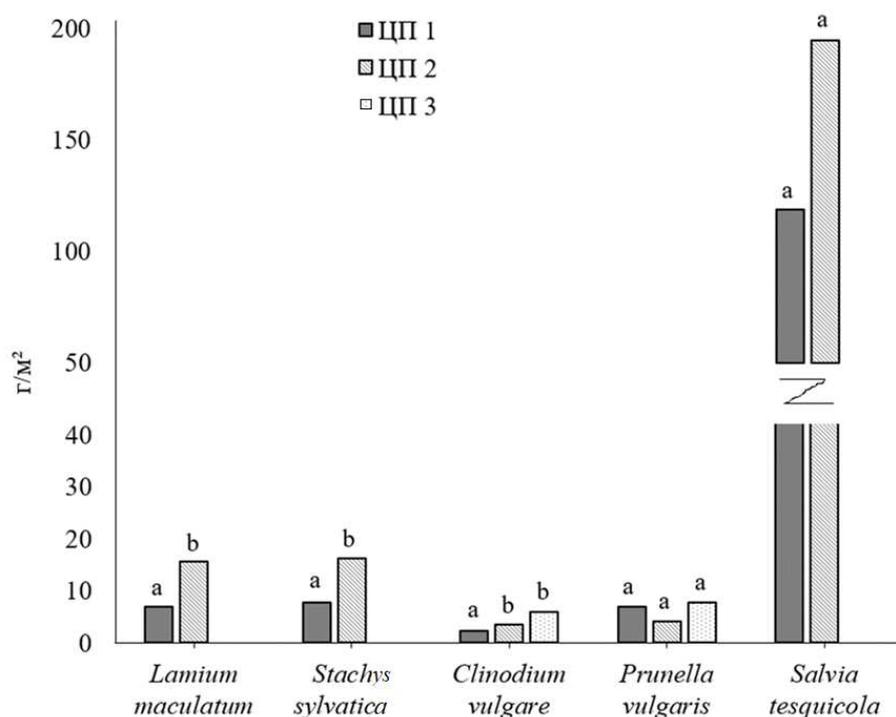


Рис. 3. Урожайность сухой надземной фитомассы у представителей семейства Lamiaceae на территории Республики Татарстан.

На основании значений морфологического статуса растений и структуры популяций исследуемых лесных и луговых видов считаем, что *S. sylvatica* и *C. vulgare* относятся к толерантным видам и характеризуются S стратегией по J. Grime [35], так как в составе разных фитоценозов характеризуются невысокой плотностью, встречаемостью и продуктивностью. *L. maculatum* и *P. vulgaris* можно отнести к растениям с SR стратегией, так как для них отмечено значительное увеличение встречаемости и плотности на вырубке или опушке с разреженным травяным покровом. *S. tesquicola* – конкурентный вид с CS стратегией, поскольку выступает доминантом травяного покрова в лугово-степных фитоценозах и накапливает значительную фитомассу.

У растений механизмы адаптации к разным условиям местообитания проявляются не только на организменном и популяционном уровнях организации, но и на клеточном, что отражается на биохимическом составе растений и способствует выживанию в различных условиях среды. Проведенный количественный анализ химического состава сухого растительного сырья показал, что наибольшее количество фенольных соединений (около 50 мг/г сух массы) отмечается в надземных частях растений *S. tesquicola* (ЦП 1 и 2) и *C. vulgare* (ЦП 3) в составе открытых лугово-степных сообществ (рис. 4). При этом, у пахучки обыкновенной (ЦП 3) и шалфея сухостепного их количество составляет около 5 % от сухой массы, а у остальных видов – 1–1,5 %, что соответствует литературным данным [3, 4]. Наименьшее содержание фенолов (2 мг/г сух массы) выявлено в составе надземных побегов *L. maculatum* в составе лесного фитоценоза (ЦП 1). Повышение уровня освещенности приводит к достоверному увеличению содержания фенольных соединений в надземных органах *L. maculatum* и *C. vulgare* в 5 раз, у *S. sylvatica* в – 1,1 раза. Содержание фенолов в надземных частях растений *S. tesquicola* и *P. vulgaris* существенно не различаются.

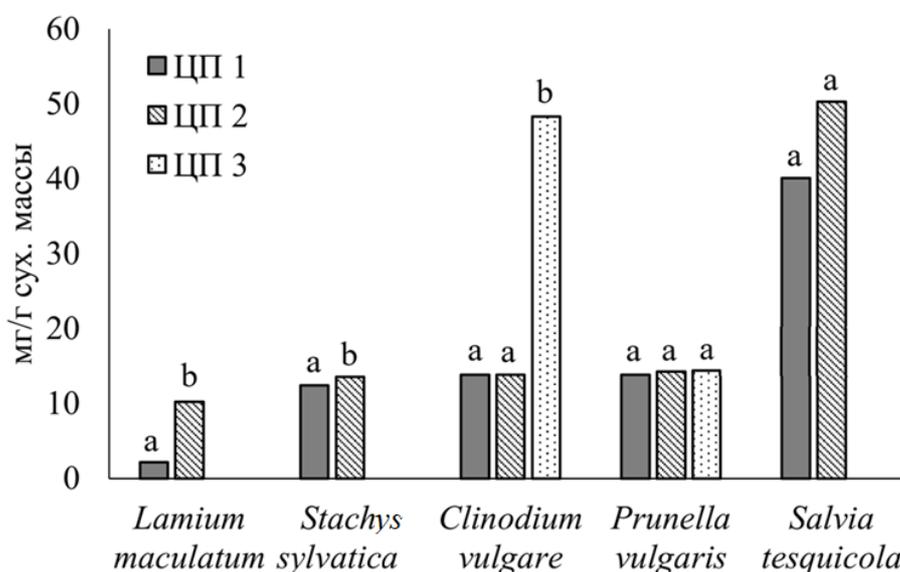


Рис. 4. Количественное содержание фенолов (мг/г сух. массы) в растительном сырье представителей семейства Lamiaceae в разных условиях произрастания на территории Республики Татарстан.

Между значениями урожайности сухой фитомассы и содержанием фенольных соединений была выявлена положительная корреляция ( $R=0,72$ , достоверен при 1 % уровне значимости). Следовательно, у исследованных лесных и луговых видов в

местообитаниях высокой освещенности в открытых и полуоткрытых фитоценозах происходит увеличение урожайности надземной фитомассы и накопления фенолов в ее составе.

В ходе исследований были определены значения выхода сухой биомассы для четырех представителей семейства *Lamiaceae*, которые использовали для расчёта биологического запаса и возможного ежегодного сбора свежего сырья. Виды, приуроченные к свежим по степени увлажнения почвам в лесных и опушечных фитоценозах, имеют сравнительно большее содержание воды и, следовательно, меньший выход воздушно-сухого сырья (24–27 %), а луговые (*C. vulgare*) и лугово-степные (*S. tesquicola*) виды, произрастающие на свежих, периодически сухих почвах – 37–39 % (табл. 4).

**Таблица 4**

**Соотношение сырой и сухой надземной фитомассы у представителей семейства *Lamiaceae* на территории Татарстана**

Виды	W сырой / м <sup>2</sup>	W сухой / м <sup>2</sup>	Выход воздушно-сухого сырья % от свежесобранного
<i>Clinodium vulgare</i>	6,86 ± 1,17	2,5 ± 0,41	36,5
<i>Lamium maculatum</i>	9,22 ± 3,48	2,18 ± 0,94	23,6
<i>Prunella vulgaris</i>	5,65 ± 0,88	1,5 ± 0,21	26,5
<i>Salvia tesquicola</i>	131,09 ± 29,74	50,59 ± 11,45	38,5

Для расчёта БЗ и ВЕЗ свежего сырья исследуемых видов использовали данные урожайности сухой надземной фитомассы и выхода воздушно-сухого сырья. Наибольшие значения БЗ и ВЕЗ без ущерба для ценопопуляций выявлено для конкурентного вида *S. tesquicola*. Этот вид в благоприятных местообитаниях доминирует в составе сообществ, при этом на площади в 100 м<sup>2</sup> его биологическая продуктивность может достигать 78 кг, а рекомендуемые объемы заготовки составляют от 3 до 8 кг свежего растительного сырья с учетом того, что оборот заготовки составляет 3 года (табл. 5).

У *S. sylvatica*, *L. maculatum*, *C. vulgare* и *P. vulgaris*, характеризующиеся S и SR стратегиями, биологический запас не превышает 4 кг/100 м<sup>2</sup>, а возможная заготовка 1 раз в 3 года составляет не более 1 кг свежего растительного сырья (табл. 5). Наибольшие объемы заготовок *L. maculatum* возможны на вырубке дубняка липового, *S. sylvatica* – в нарушенном березняке липовом, *C. vulgare* – на остепненном лугу, *P. vulgaris* – в лесных или опушечных сообществах с разреженным травяным покровом.

Таблица 5  
Биологический запас (БЗ) и возможный ежегодный сбор (ВЕЗ) свежего сырья, кг/100 м<sup>2</sup> у представителей семейства *Lamiaceae* на территории Татарстана

Вид	<i>Lamium maculatum</i>		<i>Stachys sylvatica</i>		<i>Clinodium vulgare</i>		<i>Prunella vulgaris</i>		<i>Salvia tesquicola</i>	
	БЗ	ВЕЗ	БЗ	ВЕЗ	БЗ	ВЕЗ	БЗ	ВЕЗ	БЗ	ВЕЗ
ЦП1	3,79	0,7	4,25	0,8	0,86	0,14	3,53	0,57	52,63	2,99
ЦП2	8,56	1,59	8,95	1,72	1,19	0,25	2,43	0,22	77,53	7,84
ЦП3	–	–	–	–	2,31	0,31	3,72	0,68	–	–

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории РТ представители неморального широколиственного травяного покрова *Lamium maculatum* и *Stachys sylvatica* встречаются в составе сообществ из группы типов *Quercus-Tilieta nemoroherbosa* (под пологом и на вырубке) и *Betulo-Tilieta nemoroherbosa*, которые, согласно индикаторной оценке, характеризуются условиями полутени, свежими по степени увлажнения, слабокислыми со средним содержанием минерального азота почвами. Согласно нашим исследованиям под пологом леса ЦП *Lamium maculatum* имеют сравнительно низкую встречаемость (не более 25 %) и плотность (около 6 шт./м<sup>2</sup>) при равном соотношении вегетативных и генеративных побегов, растения отличаются высокими значениями фитомассы листьев и фотосинтетического усилия по сравнению с полуоткрытыми и открытыми местообитаниями. Однако, на месте вырубки в первые несколько лет пока не сформирован сомкнутый травяной покров в условиях высокой освещенности и повышенного содержания азота в почве данный вид усиливает свои позиции: в 2,3 раза увеличивается репродуктивное усилие, в 13 раз – количество генеративных побегов по сравнению с числом вегетативных, в 2–2,3 раза – встречаемость, общая плотность и урожайность, в 5 раз – содержание фенольных соединений. Для *L. maculatum* характерны наиболее низкие значения Кпр. (не более 60 %) и РСП (47–58 шт./побег). ВЕЗ свежего сырья у *Lamium maculatum* под пологом леса составляет 0,7 кг/100 м<sup>2</sup> и возрастает в 2 раза на вырубке. Мы считаем, что данный вид проявляет толерантно-рудеральную (SR) стратегию, поскольку входит в состав травяного покрова широколиственных лесов, а также массово разрастается в отсутствие конкуренции на ранних стадиях лесовосстановительных сукцессий.

В составе дубняка липового плотность ЦП *Stachys sylvatica* составляет 3,9 шт/м<sup>2</sup>, встречаемость около 47 %. При увеличении освещения и снижении конкуренции в нарушенном березняке липовом плотность и урожайность фитомассы увеличиваются в 2 раза, содержание фенольных соединений – в 1,1 раз. РСП в среднем составляет 135 семян/побег и не изменяется в разных экологическо-ценотических условиях. ВЕЗ свежего сырья составляет 0,8 кг/100 м<sup>2</sup> и возрастает до 1,7 кг/100 м<sup>2</sup> в нарушенных лесах. Данный вид характеризуется устойчивым состоянием популяций в неморальных лесных сообществах разной степени нарушенности и демонстрирует толерантную (S) стратегию.

*Clinodium vulgare* и *Prunella vulgaris* как представители луговой эколого-ценотической группы в составе хвойно-широколиственной подзоны на территории РТ встречаются под разреженным пологом, в окнах древостоя и на опушках широколиственных и хвойно-широколиственных лесов из групп типов *Quercus-Tilieta nemoraloherbosa* и *Pineta composita*, для которых характерны полутеневые условия, свежие, слабокислые, со средним содержанием минерального азота почвы. В подзоне широколиственных лесов *Clinodium vulgare* также встречается в составе остепненных лугов ассоциации *Bromusetum varioherbosum*, где условия местообитания почти полностью световые, почвы свежие периодически сухие, нейтральные с содержанием минерального азота ниже среднего. В ЦП *C. vulgare* встречаемость находится в пределах 35–65 %, плотность варьирует от 7 до 12 шт./м<sup>2</sup>, при этом на опушках и в составе остепненного луга встречаемость и плотность увеличиваются в 1,5 раз, реальная семенная продуктивность – в 2 раза, доля генеративных побегов относительно вегетативных – в 3–3,3 раза, содержание фенольных соединений – в 5 раз по сравнению с лесными фитоценозами. РСП составляет 108–118 шт./побег, Кпр. – 87 %. ВЕЗ свежего сырья находится в пределах 0,3 кг/100 м<sup>2</sup>. Возможность устойчиво произрастать в сообществах различного типа и отсутствие доминирования указывает на толерантную (S) стратегию развития данного вида, при этом увеличение освещенности положительно сказывается на популяционных характеристиках и параметрах ресурсного потенциала.

В ЦП *Prunella vulgaris* встречаемость и плотность имеют высокие значения – 55–85 % и 14–35 шт./м<sup>2</sup> соответственно, соотношение вегетативных и генеративных побегов равное. Наиболее низкие значения данных параметров, а также семенной продуктивности отмечены в условиях опушки *Piceeta nemoraloherbosa* с травяным покровом высокой сомкнутости. РСП в разных эколого-ценотических условиях варьирует от 67 до 116 семян на побег, а Кпр. – 70–90 %. ВЕЗ свежего сырья *P. vulgaris* составляет 0,2–0,7 кг/100 м<sup>2</sup>. Произрастание вдоль лесных дорог с разреженным травяным покровом указывает на толерантно-рудеральную (SR) стратегию данного вида в районе исследования.

Лугово-степной вид *Salvia tesquicola* на территории РТ распространен в лесостепной подзоне и входит в состав сообществ *Calamagrosetum salvia tesquicola-varioherbosum* и *Salvisetum varioherbosum*, которые характеризуются условиями полной освещенности, свежими периодически сухими, нейтральных или слабокислыми почвами со средним содержанием азота. Морфологический статус растений достоверно не изменяется в разных ЦП. ЦП образованы только генеративными растениями, их плотность составляет 1,3–4 шт./м<sup>2</sup>, встречаемость – 60–93 %, наибольшие значения популяционных параметров отмечены в составе остепненного луга, который заливадается в период весеннего паводка. РСП растения достигает 350 семян, Кпр. не превышает 70 %. ВЕЗ свежего сырья составляет около 3 кг/100 м<sup>2</sup>. Данный вид доминирует в травяном покрове и проявляет конкурентную © стратегию, поэтому отличается наиболее значительным ресурсным потенциалом в составе естественных сообществ. Однако, данный вид в РТ встречается спорадически, следовательно, ЦП имеют ограниченную площадь.

Таким образом, большинство исследуемых видов из семейства Lamiaceae, кроме *Salvia tesquicola*, в составе растительного покрова Республики Татарстан характеризуются незначительным ресурсным потенциалом, так как в естественных сообществах они имеют низкую биологическую продуктивность фитомассы, следовательно, их невозможно рекомендовать для массового сбора. Для заготовки больших партий растительного сырья необходимо культивирование этих видов. Кроме того, было показано, что увеличение освещенности и связанные с ней изменения почвенных характеристик приводят к увеличению урожайности и содержанию фенольных соединений в надземных частях растений у лесных, луговых и лугово-степных видов. Поэтому искусственное выращивание данных видов, которое будет способствовать получению высокопродуктивных растений, как по запасу сырья, так и его качественному составу – это наиболее оптимальный способ получения необходимого количества растительного материала. *Salvia tesquicola* можно рекомендовать для заготовки фитомассы в естественных условиях произрастания с учетом периода восстановления популяции.

*Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030).*

#### Список литературы

1. Бакин О. В. Сосудистые растения Татарстана / О. В. Бакин, Т. В. Рогова, А. П. Ситников. – Казань: Казанский университет, 2000. – 496 с.
2. Флора европейской части СССР, том III / отв. ред. Ан. А. Федоров, ред. тома Ю. Л. Меницкий. – Л.: Наука, 1978. – 259 с.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Nirrigidaceae – Lobeliaceae / отв. ред. П. Д. Соколов – СПб: Наука, 1991. – 200 с.
4. Онтогенетический атлас лекарственных растений / под ред. Л. А. Жуковой– Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. Том VII. – 364 с.
5. Дикорастущие полезные растения России / отв. ред. А. Л. Буданцев, Е. Е. Лесновская. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
6. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства Caprifoliaceae – Lobeliaceae / отв. ред. А. Л. Буданцев. – СПб.: М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 630 с.
7. Куркин В. А. Сравнительный качественный и количественный анализ фенольных соединений в сырье шалфея лекарственного и шалфея сухостепного / В. А. Куркин, В. М. Рыжов, А. Н. Саньков, А. А. Шмыгарева, М. А. Никандрова // Дальневосточный медицинский журнал. – 2018. – № 3. – С. 28–32.
8. Немерешина О. Н. Шалфей сухостепной как перспективное лекарственное растение степной зоны России / О. Н. Немерешина, Н. Ф. Гусев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (80). – С. 118–121.
9. Amirova K. *Clinopodium vulgare* L. (wild basil) extract and its active constituents modulate cyclooxygenase-2 expression in neutrophils / K. Amirova, P. Dimitrova, A. S. Marchev, I. Y. Aneva, M. I. Georgiev // Food and Chemical Toxicology. – 2019. – Vol. 124. – С. 1–9.
10. Бирюлева Э. Г. Морфолого-анатомическая характеристика и железистые структуры некоторых Крымских дикорастущих видов рода *Stachys* L. / Э. Г. Бирюлева, Н. Ю. Лысякова // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2004. – № 14. – С. 45–50.
11. Байкова Е. В. Род шалфей: морфология, эволюция, перспективы интродукции. / Байкова Е. В. – Новосибирск: «Наука», 2006. – 248 с.

12. Хусаинова А. И. Изучение компонентного состава эфирного масла шалфея сухостепного (*Salvia tesquicola* Klok. & Pobed.), произрастающего в Самарской области / А. И. Хусаинова, Т. К. Рязанова // Фармацевтическая ботаника: современность и перспективы: сборник материалов IV Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 100-летию Самарского государственного медицинского университета, 28 сентября 2019 г., Самара, – Самара, 2019. – С. 76–81.
13. Salmaki Y. Trichome micromorphology of Iranian Stachys (Lamiaceae) with emphasis on its systematic implication / Y. Salmaki, S. Zarre, Z. Jamzad, C. Bräuchler // Flora: Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants. – 2009. – V. 204. – P. 371.
14. Huchelmann A. Plant Glandular Trichomes: Natural Cell Factories of High Biotechnological Interest / A. Huchelmann, M. Boutry, C. Hachez // Plant Physiol. – 2017. – V. 175. – P. 6.
15. Liu Y. Non-volatile natural products in plant glandular trichomes: chemistry, biological activities and biosynthesis / Y. Liu, S. X. Jing, S. H. Luo, S. H. Li // Nat. Prod. Rep. – 2019. – V. 36. – P. 626.
16. Макарова Н. В. Исследование содержания фенолов, флавоноидов, антиоксидантной силы и антирадикальной активности листьев шалфея рода *Salvia tesquicola* (семейства Яснотковые) // Н. В. Макарова, Д. Ф. Валиулина, В. А. Кирюшина // Химия растительного сырья. – 2020. – №1. – С. 125–131.
17. Opalchenova G. Antibacterial Action of Extracts of *Clinopodium vulgare* L. Curative Plant / G. Opalchenova, D. Obreshkova // Drug Development and Industrial Pharmacy. – 1999. – Vol. 25, No. 3. – P. 323–328.
18. Хайдукова Е. В. Антимикробная активность сухих экстрактов из надземной части *Salvia tesquicola* Klok. et Pobed. и из листьев *S. officinalis* L. / Е. В. Хайдукова, Д. В. Надеждин, Л. А. Коссиор, Л. С. Теслов // Растительные ресурсы. – 2003. – Т. XXXIX, Вып. 3. – С. 134–136.
19. Tepe B. Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Clinopodium vulgare* L. / B. Tepe, A. Sihoglu-Tepe, D. Daferera, M. Polissiou, A. Sokmen // Food Chem. – 2007 – Vol. 103. – P. 766–770.
20. El-Sayed Z. I. A. Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activities of the essential oil of *Lamium maculatum* L. grown in Egypt / Z. I. A. El-Sayed // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2008. – Vol. 5, No. 1. – P. 65–72.
21. Арзамаскова Е. А. Исследование противомикробной активности водных экстрактов и эфирных масел из растительного сырья на примере шалфея сухостепного (*Salvia tesquicola*) и солодки голой (*Glycyrrhiza glabra*) / Е. А. Арзамаскова, О. В. Астафьева // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2012. – С. 13–16.
22. Bai Y. Phytochemistry and pharmacological activities of the genus *Prunella* / Y. Bai, B. Xia, W. Xie, et al. // Food Chem. – 2016. – Vol. 204. – P. 483–96.
23. Danthine S. *Prunella vulgaris* L. seeds: a promising source of lipids, proteins, and original phenolic compounds presenting high antioxidant and anti-inflammatory activity / S. Danthine, A. Paul, O. Jansen, et al. // Biotechnol. Agron. Soc. Environ. – 2022. – Vol. 26, No. 1. – P. 1–15.
24. Созинов О. В. Ценопопуляции *Ledum palustre* L. и их сырьевая продуктивность в условиях Средненеманской низины (Республика Беларусь) / О.В. Созинов, Н. А. Кузьмичева // Растительные ресурсы. – 2003. – Т. 39, Вып. 3. – С. 55–62.
25. Созинов О. В. Ресурсно-фитохимический оптимум заготовки лекарственного растительного сырья / О. В. Созинов, Н. А. Кузьмичева, Г. Н. Бузук // Современная ботаника в России: труды XIII Съезда Русского ботанического общества и конференции «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна», 16–22 сентября 2013, Тольятти. Т. 3. – Тольятти: Кассандра, 2013. – С. 89–90.
26. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / под ред. проф. О. П. Ермолаева, М. Е. Игонина, А. Ю. Бубнова, С. В. Павловой. – Казань: Слово, 2007. – 411 с.
27. Зубкова Е. В. Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoscaleWin: учеб. пособие. / Е. В. Зубкова, Л. Г. Ханина, Т. И. Грохлина, Ю. А. Дорогова. – Йошкар-Ола, 2008 – 96 с.
28. Левина Р. Е. Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблемы) / Р. Е. Левина. – Москва: Наука, 1981. – 96 с.

29. Буданцев А. Л. Ресурсоведение лекарственных растений: методическое пособие к производственной практике для студентов фармацевтического факультета / А. Л. Буданцев, Н. П. Харитонова. – СПб.: СПХФА, 1999. – 87 с.
30. Государственная фармакопея. – URL: <http://pharmacopeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/> (дата обращения 01.04.2023).
31. Электронный ресурс Ценофонд лесов европейской России. URL: <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html> (дата обращения: 01.03.2023).
32. Восточноевропейские леса: история от голоцене и современность. Кн. 1. / отв. ред. О. В. Смирнова. – Москва: Наука, 2004. – 479 с.
33. Архипова Ю. П. Ценопопуляционные исследования *Salvia nutans* L. и *Salvia tesquicola* Klok. & Robed. в засыранских степях на центральной части Приволжской возвышенности / Архипова Ю. П. // Естественнонаучные исследования в Симбирском-Ульяновском крае: сборник науч. труд. XIII межрегиональной научно-практической конференции, 5-6 декабря 2011 г., Ульяновск, Вып. 12. – Ульяновск, 2011. – С. 47–51.
34. Смирнова О. В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. / Смирнова О. В. – М.: Наука, 1987. – 208 с.
35. Grime J. P. Plant strategies and vegetation processes. / Grime J. P. – N.Y., 1979. – 222 p.

## **MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RESOURCE PLANTS OF THE LAMIACEAE IN DIFFERENT ECOLOGICAL AND PHYTOCOENOTIC CONDITIONS**

***Prokhorenko N. B., Kadyrova L. R., Alshikha A., Timofeeva O. A.***

***Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia  
E-mail: nbprokhorenko@mail.ru***

The article examines the influence of different ecological and cenotic conditions on the values of resource indicators in five representatives of the Lamiaceae family. Studies of the composition and structure of cenopopulations were carried out in the communities of *Quercus-Tilieta nemoroherbosa* and *Pineta sylvestris composita*, their edges and clearings, as well as *Bromusetum varioherbosum*, *Calamagrosetum salvia tesquicola-varioherbosum* and *Salvietum varioherbosum*, in the territories of Pre-Kama, Pre-Volga and Trans-Kama regions of the Republic of Tatarstan. The work used methods of geobotanical, morphometric, biochemical studies and statistical data processing. It was found that under the forest canopy in the studied species there is an increase in the values of leaf mass and photosynthetic effort, in semi-open and open habitats - air-dry phytomass, reproductive effort, the coefficient of realization of seed productivity, as well as the occurrence and density of cenopopulations, the proportion of generative plants in their composition and yield. For a number of species, it has been shown that under conditions of almost complete illumination, the content of phenolic compounds in above-ground organs increases 5 times compared to partial shade conditions in closed-type communities. Most of the studied species in natural growing conditions are characterized by insignificant resources; for the preparation of medicinal plant raw materials, it is necessary to introduce them into culture.

**Keywords:** *Clinopodium vulgare*, *Lamium maculatum*, *Prunella vulgaris*, *Salvia tesquicola*, *Stachys sylvatica*, dry phytomass, seed productivity, ecological scales, biological and operational reserve.

### References

1. Bakin O. V., Rogova T. V., Sitnikov A. P. *Sosudistyye rasteniya Tatarstana* (Kazan', Kazanskiy universitet, 2000), 496 p.
2. *Flora yevropeyskoy chasti SSSR*, III / otv. red. An. A. Fedorov, red. toma YU. L. Menitskiy (L.: Nauka, 1978), 259 p.
3. *Rastitel'nyye resursy SSSR*: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye; Semeystva Hippuridaceae – Lobeliaceae / otv. red. P. D. Sokolov (SPB: Nauka, 1991), 200 p.
4. *Ontogeneticheskiy atlas lekarstvennykh rasteniy* / pod red. L. A. Zhukovoy, VII (Yoshkar-Ola: MarGU, 2013), 364 p.
5. *Dikorastushchiye poleznye rasteniya Rossii* / otv. red. A. L. Budantsev, Ye. Ye. Lesnovskaya (SPb.: Izd-vo SPKHFA, 2001), 663 p.
6. *Rastitel'nyye resursy Rossii*: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost', 4. Semeystva Caprifoliaceae – Lobeliaceae / otv. red. A. L. Budantsev (SPB.: M.: tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011) 630 p.
7. Kurkin V. A., Ryzhov V. M., San'kov A. N., Shmygareva A. A., Nikandrova M. A. Sravnitel'nyy kachestvennyy i kolichestvennyy analiz fenol'nykh soyedineniy v syr'ye shalfeya lekarstvennogo i shalfeya sukhostepnogo, *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*, **3**, 28, (2018).
8. Nemereshina O. N., Gusev N. F. Shalfey sukhostepnoy kak perspektivnoye lekarstvennoye rasteniye stepnoy zony Rossii, *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, **6 (80)**, 118, (2019).
9. Amirova K., Dimitrova P., Marchev A. S., Aneva I. Y., Georgiev M. I. *Clinopodium vulgare* L. (wild basil) extract and its active constituents modulate cyclooxygenase-2 expression in neutrophils, *Food and Chemical Toxicology*, **124**, 1, (2019).
10. Biryuleva E. G., Lysyakova N. YU. Morfologo-anatomicheskaya kharakteristika i zhelezistyye struktury nekotorykh Krymskiikh dikorastushchikh vidov roda *Stachys* L., *Ekosistemy Kryma, ikh optimizatsiya i okhrana*, **14**, 45, (2004).
11. Baykova Ye. V. *Rod shalfey: morfologiya, evolyutsiya, perspektivy introduksii* (Novosibirsk: Nauka, 2006), 248 p.
12. Khusainova A. I., Ryazanova T. K. Izucheniye komponentnogo sostava efirnogo masla shalfeya sukhostepnogo (*Salvia tesquicola* Klok. & Pobed.), proizrastayushchego v Samarskoy oblasti. *Farmatsevticheskaya botanika: sovremennost' i perspektivy*: sbornik materialo IV Mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu Samarskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 28 sentyabrya 2019 g., Samara, – Samara, 76, (2019).
13. Salmaki Y., Zarre S., Jamzad Z., Bräuchler C. Trichome micromorphology of Iranian *Stachys* (Lamiaceae) with emphasis on its systematic implication, *Flora: Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants*, **204**, 371, (2009).
14. Huchelmann A., Boutry M., Hachez C. Plant Glandular Trichomes: Natural Cell Factories of High Biotechnological Interest, *Plant Physiol*, **175**, 6, (2017).
15. Liu Y., Jing S. X., Luo S. H., Li S. H. Non-volatile natural products in plant glandular trichomes: chemistry, biological activities and biosynthesis, *Nat. Prod. Rep.*, **36**, 626, (2019).
16. Makarova N. V., Valiulina D. F., Kiryushina V. A. Issledovaniye sodержaniya fenolov, flavonoidov, antioksidantnoy sily i antiradikal'noy aktivnosti list'yev shalfeya roda *Salvia tesquicola* (semeystva Yasnotkovyye), *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, **1**, 125 (2020).
17. Opalchenova G., Obreshkova D. Antibacterial Action of Extracts of *Clinopodium vulgare* L. Curative Plant, *Drug Development and Industrial Pharmacy*, **25**, 3, 323, (1999).
18. Khaydukova Ye. V., Nadezhdin D. V., Kossior L. A., Teslov L. S. Antimikrobnaya aktivnost' sukhikh ekstraktov iz nadzemnoy chasti *Salvia tesquicola* Klok. et Pobed. i iz list'yev *S. officinalis* L., *Rastitel'nyye resursy*, XXXIX, **3**, 134, (2003).

19. Tepe B., Sihoglu-Tepe A., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A. Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Clinopodium vulgare* L., *Food Chem.*, **103**, 766, (2007).
20. El-Sayed Z. I. A. Chemical composition, antimicrobial and insecticidal activities of the essential oil of *Lamium maculatum* L. grown in Egypt, *Biosciences Biotechnology Research Asia*, **5**, 1, 65, (2008).
21. Arzamaskova Ye. A., Astaf'yeva O. V. Issledovaniye protivomikrobnoy aktivnosti vodnykh ekstraktov i efirnykh masel iz rastitel'nogo syr'ya na primere shalfeya sukhostepnogo (*Salvia tesquicola*) i solodki goloy (*Glycyrrhiza glabra*), *Intellektual'nyy potentsial XXI veka: stupeni poznaniya*, 13, (2012).
22. Bai Y., Xia B., Xie W. [et al.] Phytochemistry and pharmacological activities of the genus *Prunella*, *Food Chem.*, **204**, 483, (2016).
23. Danthine S., Paul A., Jansen O. [et al.] *Prunella vulgaris* L. seeds: a promising source of lipids, proteins, and original phenolic compounds presenting high antioxidant and anti-inflammatory activity, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **26**, 1, 1, (2022).
24. Sozinov O. V., Kuz'micheva N. A. Tsenopulyatsii *Ledum palustre* L. i ikh syr'yevaya produktivnost' v usloviyakh Srednenemanskoj niziny (Respublika Belarus'), *Rastitel'nyye resursy*, **39**, 3, 55, (2003).
25. Sozinov O. V., Kuz'micheva N. A., Buzuk G. N. Resursno-fitokhimicheskiy optimum zagotovki lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya, *Sovremennaya botanika v Rossii: trudy XIII S"yezda Russkogo botanicheskogo obshchestva i konferentsii «Nauchnyye osnovy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya rastitel'nogo pokrova Volzhskogo basseyna»*, 16–22 sentyabrya 2013, Tol'yatti, 3, Tol'yatti: Cassandra, 89, (2013).
26. *Landshafty Respubliki Tatarstan. Regional'nyy landshaftno-ekologicheskij analiz / pod red. prof. O. P. Yermolayeva, M. Ye. Igonina, A. YU. Bubnova, S. V. Pavlovoy* (Kazan': Slovo, 2007), 411 p.
27. Zubkova Ye. V., Khanina L. G., Grokhlina T. I., Dorogova YU. A. *Komp'yuternaya obrabotka geobotanicheskikh opisaniy po ekologicheskim shkalam s pomoshch'yu programmy EcoscaleWin: ucheb. posobiye* (Yoshkar-Ola, 2008), 96 p.
28. Levina R. Ye. *Reproduktivnaya biologiya semennykh rasteniy* (obzor problemy) (Moskva: Nauka, 1981), 96 p.
29. Budantsev A. L., Kharitonova N. P. *Resursovedeniye lekarstvennykh rasteniy: metodicheskoye posobiye k proizvodstvennoy praktike dlya studentov farmatsevticheskogo fakul'teta* (SPb.: SPKHFA, 1999), 87 p.
30. *Gosudarstvennaya farmakopeya*. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/> (data obrashcheniya 01.04.2023).
31. *Elektronnyy resurs Tsenofond lesov yevropeyskoj Rossii*. URL: <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/ecogroup.html> (data obrashcheniya: 01.03.2023).
32. *Vostochnoyevropeyskiye lesa: istoriya o golotsene i sovremenosti*, 1. / otv. red. O. V. Smirnova (Moskva: Nauka, 2004), 479 p.
33. Arkhipova YU. P. Tsenopulyatsionnyye issledovaniya *Salvia nutans* L. i *Salvia tesquicola* Klok. & Pobed. v zasyzranskikh stepyakh na tsentral'noy chasti Privolzhskoy vozvysheynosti, *Yestestvennonauchnyye issledovaniya v Simbirskom-Ul'yanovskom kraje: sbornik nauch. trud. XIII mezhtsestvennoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 5-6 dekabrya 2011 g., Ul'yanovsk, Vyp. 12, Ul'yanovsk, 47, (2011).
34. Smirnova O. V. *Struktura travyanogo pokrova shirokolistvennykh lesov* (M.: Nauka, 1987), 208 p.
35. Grime J. P. *Plant strategies and vegetation processes* (N.Y., 1979), 222 p.