

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ВОЗРАСТНОЙ СПЕКТР ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *MEDICAGO L.* ВО ВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Думачева Е.В., Чернявских В.И.

Белгородский государственный научный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»), 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, e-mail: dumacheva@bsu.edu.ru

Целью исследований было изучение пространственной структуры и возрастных спектров ценопопуляций *Medicago L.* в овражно-балочных комплексах юга Среднерусской возвышенности. Ландшафтно-климатические условия экотопов овражно-балочных комплексов с меловыми обнажениями формируют условия для внедрения новых синантропных видов, таких как виды рода *Medicago*. Большинство выявленных в этих условиях ценопопуляций люцерны являются полночленными, имеют континуальный (непрерывный) характер распределения особей по возрастным группам, что указывает на устойчивость происходящих в них адаптационных микроэволюционных изменений. Выявленные адаптационные процессы в локальных ценопопуляциях люцерны направлены на сохранение особей, обладающих морфологическими, биохимическими и другими свойствами, аналогичными тем, которыми обладает эндемичная кальцефильная растительность. Происходит формирование ценопопуляций определенного «карбонатного» экотипа, близкого к культурным формам по ряду морфологических признаков, обладающего при этом выраженным типом конкурентно-стресс-толерантной адаптивной стратегии. В связи с этим наблюдаемые адаптационные микроэволюционные процессы в фитоценозах на карбонатных почвах позволяют рассматривать меловой юг Среднерусской возвышенности как вторичный антропогенный микрогенцентр формообразования *M. varia*. С практической точки зрения возможен эффективный отбор особей бобовых трав для создания высокопродуктивных конкурентоспособных и экологически устойчивых ценопопуляций на карбонатных почвах.

Ключевые слова: ценопопуляции, *Medicagovaria*, возрастной спектр, виталитет, пространственная структура, карбонатные почвы, овражно-балочные комплексы.

SPATIAL STRUCTURE AND THE AGE SPECTRUM CENOPOPULATIONS *MEDICAGO L.* IN RAVINE COMPLEX OF SOUTHERN CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I.

Belgorod State University, Pobeda St., 85, Belgorod, 308015, Russia, e-mail: dumacheva@bsu.edu.ru

The aim was to study the spatial structure and age spectrum cenopopulations *Medicago L.* in gullies and gully complexes south of the Central Russian Upland. Landscape-climatic conditions ecotops gullies and gully complexes with chalky outcrops form the conditions for the introduction of new commensally species, such as species of the genus *Medicago*. Most identified in these conditions cenopopulations alfalfa are have continual (continuous) nature of the distribution of individuals by age groups, indicating that the resistance occurring in their adaptation microevolution changes. Identified adaptation processes in local cenopopulations alfalfa aimed at preserving animals with morphological, biochemical and other properties similar to those possessed by calciphilic endemic vegetation. Is the formation of a certain cenopopulations "carbonate" ecotype, close to cultural forms in a number of morphological characters, while having a pronounced type of competitive stress-tolerant adaptive strategy. In this regard, the observed adaptive microevolution processes in phytocenoses on calcareous soils allow us to consider the Cretaceous South Central Russian Upland as a secondary anthropogenic mikrogensenter shaping *M. varia*. From a practical point of view is possible effective selection of individuals legumes for creation of highly competitive and environmentally sustainable cenopopulations on calcareous soils.

Keywords: cenopopulations, *Medicagovaria*, age range, of vitality, spatial structure, calcareous soils, ravine complexes.

Введение

Важнейшими комплексными признаками, позволяющими оценить наследственный адаптивный потенциал и конкурентоспособность ценопопуляций во взаимодействии с условиями среды, считаются их возрастной спектр и пространственная структура.

Онтогенетические спектры популяций, полученные в результате многолетних наблюдений, отражают динамические процессы, происходящие в системе «почва – растение – сообщество» при взаимодействии с экотопом, ход возобновления и отмирания особей, указывают на темпы смены поколений, сукцессионные процессы и т.д. [1,7].

Наиболее распространенными видами, возделываемыми на юге Среднерусской возвышенности, являются: люцерна посевная, или синяя (*M. sativa*, $2n = 32$), люцерна изменчивая или средняя (*M. varia* (или *M. media*Pers.), $2n = 32$) и люцерна желтая или серповидная (*M. falcata*, $2n = 32$). В связи с этим именно популяции *Medicago*, распространенные на карбонатных почвах в естественных сообществах, представляют наибольший интерес как объект экологических исследований и возможный материал для создания продуктивных сортов, устойчивых на сильно эродированных карбонатных почвах и меловых обнажениях в условиях региона [4-6,8,11].

Целью исследований было изучение пространственной структуры и возрастных спектров ценопопуляций *Medicago* L. в овражно-балочных комплексах юга Среднерусской возвышенности.

Объекты и методы исследования

Методологической основой исследований послужило учение о центрах происхождения и разнообразия культурных растений [2]. Геоботанические исследования проводились на территории Белгородской области (2002–2013 гг.). Для оценки экологического состояния синегибридной люцерны *M. varia* в условиях овражно-балочных комплексов с меловыми обнажениями были выделены опорные стационарные пункты, локальные ценопопуляции которых рассмотрены как модельные:

- 1) урочище Плющевка, обнажения мела, х. Евдокимов, Волоконовский р-н;
- 2) обнажение, нижнесклоновая часть, граница со степными сообществами, конусы выноса элювия мела, с. Верхние Лубянки, Волоконовский р-н;
- 3) урочище Белая гора, меловое обнажение, нижнесклоновая часть, конусы выноса элювия мела, с. Ватутино, Валуйский р-н;
- 4) обнажение, конусы выноса элювия мела, с. Варваровка, Алексеевский р-н;
- 5) меловые обнажения, конусы выноса элювия мела, с. Саловка, Вейделевский р-н;
- 6) Когайский яр, меловые обнажения, конусы выноса элювия мела, с. Богородское, Новооскольский р-н [6].

Изучали площадь ценопопуляций (m^2), абсолютное число особей (шт.), экземплярную насыщенность (плотность) (шт./ m^2), возрастной спектр локальных ценопопуляций. Наблюдения, учеты и обработка данных проводились согласно стандартным методикам [3].

Результаты и их обсуждение

В растительных сообществах меловых обнажений Белгородской области ценопопуляции *M. varia* явно приурочены к местообитаниям, связанным с хозяйственной деятельностью человека: произрастают в овражно-балочных комплексах вблизи полей, ранее используемых в системе почвозащитных и прифермерских севооборотов. На этих полях до начала 90-х годов прошлого века наиболее часто выращивались многолетние травы, занимая в структуре севооборота 50 % и более.

Формирование и дальнейшее развитие ценопопуляций *M. varia* в контрастных условиях овражно-балочных комплексов может объясняться тем, что эти экотопы аналогичны предгорьям с распространением щебнистых почв, откуда ведет свое начало культурная люцерна (например, Среднеазиатский регион, Северный Кавказ, Средиземноморье), но со спецификой карбонатности почв эрозионных ландшафтов региона.

Примечательно, что в геоботанических описаниях, сделанных в зоне наших исследований В.И. Талиевым 100 лет назад, синегибридная люцерна на меловых обнажениях не упоминается ни разу [10]. Это может свидетельствовать об относительно недавнем широком распространении этого вида в регионе. В настоящее время, как показали наши исследования, *M. varia* встречается в растительных сообществах степных, луговых и кальцефильных эрозионных ландшафтах [12,13].

Для ценопопуляций *M. varia* в сложных условиях среды детерминирующим является сочетание ресурсов в конкретной точке экотопа. В овражно-балочных комплексах хорошо выражен микрорельеф, влияющий на пространственное распределение видов. Ценопопуляции синегибридной люцерны сосредоточены в устьях балок с конусами выноса и в конусах выноса действующих оврагов, т.е. в более увлажненных условиях обитания, на щебнистых почвах. Пространственная структура ценопопуляций *M. varia* в стационарных пунктах в овражно-балочных комплексах Белгородской области опытам представлена в таблице 1.

Таблица 1. Пространственная структура ценопопуляций *M. varia* в опорных стационарных пунктах (2008–2013 гг.)

Стационарный пункт	Площадь, м ²	Абс. число особей, шт.	Экземплярная насыщенность (плотность), шт./м ²
х. Евдокимов, Волоконовский р-н	8000	243	0,03
с. Верхние Лубянки, Волоконовский р-н	200	204	1,02
с. Ватутино, Валуйский р-н	700	246	0,35

с. Варваровка, Алексеевский р-н	2300	219	0,10
с. Саловка, Вейделевский р-н	400	257	0,64
с. Богородское, Новооскольский р-н	300	189	0,63
В среднем	1983,3	226,3	0,50
C_v^* , %	153,7	11,8	81,4

Примечание: C_v – коэффициент вариации.

Площадь изученных ценопопуляций изменялась в широких пределах – от 200 м² до 8000 м² и в среднем составила 1983,3 м² ($C_v=153,7$ %). Наибольшие по площади ценопопуляции были обнаружены вблизи х. Евдокимов Волоконовского р-на и с. Варваровка Алексеевского р-на. Для всех местообитаний характерно случайно-групповое расположение особей люцерны. Размер групп варьировал, однако чаще других отмечались скопления численностью 10–30 особей. Единичные экземпляры встречались редко. Численность особей в ценопопуляциях в среднем составляла 226,3 шт., и этот показатель изменялся в достаточно узких пределах ($C_v= 11,8$ %), что свидетельствовало о его однородности и выравниваемости. Наибольшей по численности оказалась ценопопуляция возле с. Саловка Вейделевского р-на.

Максимальной плотностью характеризовалась ценопопуляция вблизи с. Верхние Лубянки Волоконовского р-на, имевшая при этом наименьшую общую площадь. В среднем экземплярная насыщенность люцерны составила 0,5 шт. / м² при большом уровне изменчивости показателя ($C_v= 81,4$ %).

Для изучения влияния эколого-ценотических факторов на возрастной спектр были проанализированы онтогенетические состояния особей локальных ценопопуляций люцерны изменчивой. Имматурное и виргинильное состояние особей рассматривали как одну группу вегетативных растений.

Преобладание растений определенной возрастной категории в спектре позволяет охарактеризовать устойчивость ценопопуляций в данных эколого-ценотических условиях. Каждое возрастное состояние имеет свои морфологические и физиолого-биохимические особенности, отражающиеся на взаимоотношениях особей с эколого-фитоценотической средой. В оптимальных условиях произрастания для ценопопуляций характерно нормальное статистическое распределение соотношений особей разного возраста [7,9].

Проведенный анализ позволил выявить особенности влияния условий на онтогенетический спектр изученных ценопопуляций. Четыре изученных ценопопуляции были полночленными и имели континуальный (непрерывный) характер распределения особей по возрастным группам. Две являлись дискретными: в ценопопуляции из с. Ватутино

отсутствовали сенильные, а в ценопопуляции из с. Саловка – проростки и ювенильные особи.

Бимодальный онтогенетический спектр с двумя пиками: первый в предгенеративной, второй – ближе к сенильной части спектра был выявлен у ценопопуляции из х. Евдокимов. В данном местообитании 33,4 % особей находилось в предгенеративном состоянии, 23,7 % было старых генеративных и 17,1 % субсенильных. Такое соотношение свидетельствует об активном процессе самовозобновления, а также устойчивости данной локальной ценопопуляции во времени.

Ценопопуляции, в которых преобладают генеративные растения, а доля особей во всех остальных состояниях приблизительно сбалансирована, относят к нормальным. В наших исследованиях таковыми являлись ценопопуляции люцерны изменчивой из с. Верхние Лубянки и с. Ватутино и с. Богородское. В этих ценопопуляциях преобладали генеративные растения (g_1 , g_2 , g_3), на долю которых приходилось 67,1; 67,2; 73,3 % соответственно. Субсенильное и синильное состояние особей в данных ценопопуляциях было выражено слабо. Центрированный спектр ценопопуляций свидетельствует об их устойчивом статусе в сообществе.

Правосторонний онтогенетический спектр, указывающий на ослабление возобновительного процесса, в наших исследованиях был выявлен у ценопопуляций из с. Варваровка и с. Саловка. В этих местообитаниях преобладали группы особей в сенильном состоянии – 39,4 % и 38,5 % соответственно. В ценопопуляции из с. Саловка доля особей в предгенеративном состоянии (p , j , V) составляла 7,3 %, а в ценопопуляции с. Богородское было обнаружено 2,1 % вегетативных растений при полном отсутствии особей возраста p , j . Наблюдения за этими локальными ценопопуляциями в течение трех лет указывают на их нестабильность и постепенное выпадение из фитоценозов.

Репродуктивное усилие рассматривается в современной фитоценологии как один из наиболее информативных и комплексных генетически обусловленных показателей, определяющий зависимость уровня продукционного процесса как от состояния особей в ценопопуляциях, так и от эколого-ценотической обстановки [7,9].

Высокая семенная продуктивность и, соответственно, репродуктивное усилие выявлено у особей ценопопуляций х. Евдокимов и с. Ватутино. Ценопопуляция с. Верхние Лубянки имела тенденцию к повышению продуктивности общей фитомассы за счет увеличения мощности развития корневой системы, что отразилось на величине репродуктивного усилия в сторону его снижения (таблица 2).

Таблица 2. Показатели общей продуктивности и репродуктивного усилия особей люцерны в опорных стационарных пунктах (2008–2013 гг.)

Стационарный пункт	Надземная фитомасса особей, г абс. сух. в-ва	Общая фитомасса особей, г абс. сух. в-ва	Кол-во семян, шт./1 раст.	Репродуктивное усилие, %
х. Евдокимов, Волоконовский р-н	29,4	41,1	1306,7	4,07
с. Верхние Лубянки, Волоконовский р-н	36,8	55,2	1047,2	2,05
с. Ватутино, Валуйский р-н	38,1	49,6	1523,1	4,33
с. Варваровка, Алексеевский р-н	37,2	52,1	876,9	2,04
с. Саловка, Вейделевский р-н	33,0	44,2	808,2	2,23
с. Богородское, Новооскольский р-н	36,6	47,6	600,9	1,53
В среднем	35,2	48,3	1027,2	2,71
НСР ₀₅	4,6	7,4	147,0	0,34

У особей ценопопуляций с. Варваровка, с. Саловка и с. Богородское выявлен общий тренд в сторону снижения величины надземной фитомассы, семенной продуктивности и, как следствие, репродуктивного усилия.

Заключение

Ландшафтно-климатические условия экотопов овражно-балочных комплексов с меловыми обнажениями формируют условия для внедрения новых синантропных видов, таких как виды рода *Medicago*. Они являются не только одними из наиболее ценных в хозяйственном отношении, но также в большинстве случаев определяют величину биологической емкости эрозионных агроландшафтов.

Большинство выявленных в этих условиях ценопопуляций люцерны являются полночленными, имеют континуальный (непрерывный) характер распределения особей по возрастным группам, что указывает на устойчивость происходящих в них адаптационных микроэволюционных изменений. Выявленные адаптационные процессы в локальных ценопопуляциях люцерны направлены на сохранение особей, обладающих морфологическими, биохимическими и другими свойствами, аналогичными тем, которыми обладает эндемичная кальцефильная растительность. Происходит формирование ценопопуляций определенного «карбонатного» экотипа, близкого к культурным формам по

ряду морфологических признаков, обладающего при этом выраженным типом конкурентно-стресс-толерантной адаптивной стратегии.

В связи с этим наблюдаемые адаптационные микроэволюционные процессы в фитоценозах на карбонатных почвах позволяют рассматривать меловой юг Среднерусской возвышенности как вторичный антропогенный микрогенцентр формообразования *M. varia*. С практической точки зрения возможен эффективный отбор особей бобовых трав для создания высокопродуктивных конкурентоспособных и экологически устойчивых ценопопуляций на карбонатных почвах.

Список литературы

1. Абдушаяева Я.М., Дзюбенко Н.И. Дикорастущие популяции – исходный материал в селекции многолетних бобовых трав // *Фундаментальные исследования*. – 2005. – № 9. – С. 37-38.
2. Вавилов Н.И. Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений. – М.: Изд-во ГИОА, 1927. – Т. 5, № 5. – С. 339-351.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Популяционный анализ видов рода *Medicago* в естественных растительных сообществах юга Среднерусской возвышенности // *Проблемы общей ботаники – традиции и перспективы: Сб. трудов Интернет-конференции / Отв. редактор Изотова Е.Д. – ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет, 10–12 ноября 2011. – Казань, 2011. – С. 82-84.*
5. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Влияние способа возделывания люцерны гибридной на семенную продуктивность потомства первого поколения на карбонатных почвах ЦЧР // *Кормопроизводство*. – 2014. – № 2. – С. 23-26.
6. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов ЦЧР // *Кормопроизводство*. – 2014. – № 4. – С. 7-9.
7. Злобин Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография. – Сумы: Университетская книга, 2009. – 263 с.
8. Котлярова Е.Г., Чернявских В.И., Тохтарь В.К. и др. Динамика растительного покрова агроландшафтов модельных территорий Красногвардейского стационара Белгородской области // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9427
9. Пианка Э. Эволюционная экология. – М.: Мир, 1981. – 399 с.

10. Талиев В.И. Растительность меловых обнажений Южной России. Ч. I. // Тр. о-ва испыт. прир. при Имп. Харьк. ун-те. – 1904. – Т. 39. – Вып. 1. – С. 81-254; Т. 40. – Вып. 1. – С. 1-282.
11. Чернявских В.И., Тохтарь В.К., Думачева Е.В. и др. Видовое разнообразие естественной растительности на склонах юга Среднерусской возвышенности и его влияние на продуктивность сообществ // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9446
12. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I. Particular qualities of micro evolutionary adaptation processes in cenopopulations *Medicago* L. on carbonate forest-steppe soils in European Russia / E.V. Dumacheva, V.I. Cherniavskih // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2013. – N 17. V. 10. – P. 1438-1442.
13. Kotlyarova, E.G. Ecologically Safe Architecture of Agrolandscape is basis for sustainable development / Ekaterina G. Kotlyarova, Vladimir I. Cherniavskih, Elena V. Dumacheva // Sustainable Agriculture Research. – 2013. – Vol. 2, no. 2. – P. 11-24.

Рецензенты:

Сорокопудов В.Н., д.с.-х.н., профессор ФГОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.

Сорокопудова О.А., д.с.-х.н., профессор, профессор биолого-химического факультета ФГОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.