

УДК 581.524.12

ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОПОПУЛЯЦИЙ MEDICAGO VARIA MARTYN В КОНКУРЕНЦИИ СО ЗЛАКАМИ НА КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ

Думачева Е.В., Чернявских В.И., Тохтарь В.К.

*Белгородский государственный научный исследовательский университет (НИУ «БелГУ»),
Белгород, e-mail: dumacheva@bsu.edu.ru*

Эколого-ценотический подход к созданию сложных агрофитоценозов с участием многолетних бобовых трав является важной составляющей мероприятий по восстановлению продуктивности карбонатных почв и склоновых земель юга Среднерусской возвышенности. В ранее проведенных исследованиях (2002–2008 гг.) были выделены конкурентоспособные и долголетние сортопопуляции *M. varia Martyn*. Целью исследований в 2009–2011 гг. было изучить особенности формирования вегетативной биомассы и ее качества при реализации конкурентного типа адаптивных стратегий у потомства первого поколения сортопопуляций *Medicago varia Martyn* при возделывании в чистых и смешанных посевах. Установлено, что у потомков, имеющих К-тип стратегии, повышается продуктивность сухого вещества, содержание протеина и жира, что подтверждает конкурентную направленность процессов метаболизма. Таким образом, в условиях Среднерусской возвышенности возможно использование принципов эколого-ценологических адаптивных стратегий, а также дифференциации экологических ниш для получения конкурентоустойчивого потомства в первом поколении и включения его в состав смешанных агрофитоценозов в условиях эродированных карбонатных почв.

Ключевые слова: сортопопуляции *Medicago varia Martyn*, адаптивные стратегии, конкуренция, кормовая продуктивность, сбор сухого вещества, качество зеленой массы, агрофитоценозы, карбонатные почвы

PRODUCTIVITY OF THE VARIETIES OF POPULATIONS MEDICAGO VARIA MARTYN IN COMPETITION WITH CEREALS ON THE CALCAREOUS SOILS

Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Tokhtar V.K.

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

The authors of the present study utilize an eco-cenotic approach to complex agricultural formations' creation. Perennial leguminous herbs are the main part of slope and calcareous soils' restoration of southern Central Russian Upland. The competitive and long-standing varieties of populations *Medicago varia Martyn* have been derived and described in detail in 2002–2008 years. The main aim of the last years' researches (2009–2011) was studying the peculiarities of vegetative biomass formation and its quality. There was studied an adaptive strategy of the first generation varieties populations *Medicago varia Martyn* grown in pure and mixed crops. It was fixed the K-type descendants had higher productivity of the dry substance, proteins and vegetable oil and more competitive metabolism. Thus we can use eco-cenotic principles in the conditions of the southern Central Russian Upland. We can also make differences between ecological niches to obtain the first generation competitive descendants which may be a part of mixed agricultural formations in the condition of truncated calcareous soils.

Keywords: varieties of population *Medicago varia Martyn*, adaptive strategies, competition, seed productivity, concentration of the dry substance, quality of the green mass, agricultural formation, calcareous soils

Эколого-ценотический подход к созданию сложных агрофитоценозов с участием многолетних бобовых трав является важной составляющей мероприятий по восстановлению продуктивности карбонатных почв и склоновых земель юга Среднерусской возвышенности. Однако отсутствие видового разнообразия устойчивых сортопопуляций трав семейства Fabaceae, а также разработанных принципов их выделения и оценки затрудняет процесс улучшения состояния агроландшафтов региона.

Конкурентный тип стратегии может проявляться в формировании либо монодоминантных, либо полидоминантных фитоценозов, а в некоторых случаях в образовании микрогруппировок в пределах фитоценозов с иными доминантами. На видовом уровне различные адаптивные стратегии идентифицируются через ряд морфологических

и химических свойств, причем одинаковых для различных видов, имеющих одинаковую стратегию [8]. Важнейшими признаками формирования локальных адаптаций и приспособленностей считаются также показатели вегетативной биомассы и ее качественные характеристики [1, 5].

Склонность к реализации и интенсивности проявления той или иной эколого-ценотической стратегии является наследственно обусловленным фактором [7, 9].

Нашими исследованиями 2002–2008 гг. [2, 3, 11] было установлено, что у бобовых трав наиболее выражена тенденция дифференциации популяций на градиенте конкуренции за ресурсы экотопа. В результате устойчивые конкурентоспособные субпопуляции формируются в условиях смешанных агрофитоценозов, начиная с 4–6-го года пользования. В результате элиминации

малолетних и неустойчивых форм сохраняются субпопуляции, состоящие из конкурентоустойчивых биотипов с высоким экологическим потенциалом, о чем свидетельствуют данные оценки комплексных показателей экологической устойчивости, приспособленности и ризосферного индекса.

Целью исследований было изучить особенности формирования вегетативной биомассы и ее качественные характеристики при реализации адаптивных стратегий у потомства сортопопуляций люцерны изменчивой (*Medicago varia* Martyn).

Материалы и методы исследования

Объектом исследования были сортопопуляции первого поколения люцерны изменчивой (*Medicago varia* Martyn), выделенные в условиях конкурентных посевов в предыдущих исследованиях 2002–2008 гг. [2, 3, 11].

Введены следующие условные сокращения: сортопопуляции ПК – потомство субпопуляций, выделенных в условиях смешанного агрофитоценоза в конкуренции со злаковыми; сортопопуляции ПБК – потомство субпопуляций, выделенных в условиях одновидового агрофитоценоза без конкуренции со злаковыми.

Стационарный двухфакторный опыт по изучению сортопопуляций *M. varia* Martyn проводился в 2009–2011 гг. Люцерну выращивали в чистом виде и в составе злаково-бобовой травосмеси с компонентами: райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.), овсяница красная (*Festuca rubra* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.). Почва – чернозем типичный карбонатный. Анализы, наблюдения, учеты и математи-

ческую обработку полученных данных проводили по стандартным методикам, принятым в опытах с многолетними травами [4, 6].

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование надземной фитомассы. Повышение продуктивности единицы площади посева за счет высоких сборов сухого вещества и увеличения его доли в зеленой массе, выделение сортопопуляций с потенциально высокой способностью к накоплению сухого вещества в сложных ландшафтно-климатических условиях карбонатных почв региона является важной практической задачей при создании смешанных агрофитоценозов.

Содержание сухого вещества в среднем за три года у особой сортопопуляции ПК в условиях конкуренции в первом укосе составило 20,0%, во втором 19,8%, без конкуренции соответственно 19,3 и 19,4% ($C_v = 6,5\%$). У растений сортопопуляции ПБК содержание сухого вещества в конкуренции по укосам было на уровне 18,6 и 18,2%, и без конкуренции – 18,3 и 18,8% соответственно ($C_v = 6,7\%$).

Анализ динамики сбора сухой фитомассы у сортопопуляций *M. varia* Martyn по укосам и годам исследований указывает на зависимость продуктивности, как от адаптивных особенностей самих исследуемых популяций, так и от способа их посева (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность сухой фитомассы сортопопуляций *M. varia* Martyn в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным посевом, г абс.сух.в-ва/м²

Потомство (фактор А)	Способ посева (фактор В)	Укос	2009 г.	2010 г.	2011 г.	В сумме за 3 года	В среднем по годам	
Сортопопуляция ПК	в конкуренции	1	309,1	505,4	516,2	1330,8	443,6	
		2	83,7	284,8	390,8	759,4	253,1	
		всего	392,8	790,3	907,1	2090,2	696,7	
	без конкуренции	1	345,5	552,7	527,7	1425,8	475,3	
		2	94,3	330,5	410,0	834,9	278,3	
		всего	439,8	883,2	937,7	2260,7	753,6	
	в сумме			832,7	1673,4	1844,7	4350,8	725,1
	Сортопопуляция ПБК	в конкуренции	1	276,9	417,6	347,8	1042,3	347,5
			2	80,6	212,0	200,9	493,5	164,5
всего			357,6	629,7	548,7	1535,9	512,0	
без конкуренции		1	355,3	537,7	545,3	1438,3	479,4	
		2	103,1	332,2	415,5	850,7	283,6	
		всего	458,3	869,9	960,8	2289,0	763,0	
в сумме			815,9	1499,5	1509,5	3824,9	637,5	

В среднем за три года исследуемые сортопопуляции имели положительную динамику формирования фитомассы при величинах коэффициентов вариации в среднем в конкуренции 33,7%, в чистых посевах – 36,9%.

В первый год жизни существенной разницы между сортопопуляциями по накоплению сухой фитомассы в среднем по укосам и при всех способах посева не наблюдалось. У сортопопуляций ПК показатели продуктивности

в конкурентных и чистых посевах также были близки, как по отдельным укосам, так и по общей массе разница не превысила 12%. У сортопопуляции ПБК разница продуктивности между конкурентными и чистыми посевами была существенной и составила в среднем 22%.

На второй год вегетации продуктивность посевов у сортопопуляции ПК по сравнению с первым годом жизни увеличилась как в конкурентном, так и в чистом посевах в среднем на 50,4%, у ПБК – на 43,2% в конкуренции и на 47,4% в чистом посевах.

Анализ данных по продуктивности каждой сортопопуляции в зависимости от способа посева, показал, что конкурентные посевы сортопопуляции ПК лишь на 10,5% уступали по сбору сухой фитомассы чистым посевам. В то же время у сортопопуляции ПБК разница между вариантами составила 27,6%. В результате в 2010 г. суммарный сбор фитомассы у сортопопуляции ПК превысил удельную продуктивность сортопопуляции ПБК на 11,6%.

В 2011 г. продуктивность люцерны сортопопуляции ПК по сравнению с 2010 г. несколько увеличилась: в конкурентном посевах на 12,9%, в одновидовом – на 5,8% и в среднем на 9,3%. У сортопопуляции ПБК в чистом посевах тенденция увеличения продуктивности сохранилась – прибавка составила 9,6%, однако в конкуренции сбор фитомассы снизился на 12,7%. При этом разница по вариантам способа посева люцерны у сортопопуляции ПК не превысила ошибки опыта – 3,2%, а у ПБК составила 42,9%.

Аналогичная тенденция достаточно хорошо прослеживается при сравнении удельной продуктивности в среднем за три года: у сортопопуляции ПК разница между продуктивностью в конкурентных и чистых посевах составила 7,6%, у ПБК – 32,9%.

Биохимические показатели зеленой массы. Ценность люцерны как кормовой культуры определяется ее высокими качественными показателями, которые необходимо сохранить при формировании конкурентоустойчивых и адаптированных к экотопическим условиям сортопопуляций. Определенные различия в биохимических показателях у дикорастущих видов с разными типами эколого-ценотических стратегий известны [7, 8], однако внутривидовая и внутрисортопопуляционная специфика этих процессов у культурных растений осталась вне поля зрения исследователей.

Биохимические показатели листьев среднего яруса в генеративный период развития (бутонизация-цветение) у люцерны наиболее полно отражают эндогенное состояние растений и влияние экзогенных факторов – условий экотопа [10]. С этой точки зрения оценивали содержание сухого вещества, протеина, небелковых веществ (жиров, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ и т.д.). В табл. 2 приведены средние данные за три года исследований.

Таблица 2

Биохимические показатели листьев сортопопуляций *M. varia* Martyn в агрофитоценозах с одновидовым и смешанным посевом (в среднем за 2009–2011 гг.)

Содержание, %	Сортопопуляция ПК		Сортопопуляция ПБК	
	в конкуренции	без конкуренции	в конкуренции	без конкуренции
Протеин	30,06 ± 0,88	31,14 ± 0,29	34,13 ± 1,07	34,89 ± 0,68
Сырая зола	10,82 ± 0,18	10,73 ± 0,27	12,33 ± 1,22	11,20 ± 0,83
Клетчатка	10,79 ± 0,38	11,31 ± 0,50	10,31 ± 0,76	11,10 ± 0,22
БЭВ	39,29 ± 0,68	38,18 ± 0,98	38,81 ± 1,07	38,39 ± 0,94
Жир	7,22 ± 0,47	7,86 ± 0,64	6,33 ± 0,92	6,16 ± 0,61

Содержание протеина в листьях люцерны у сортопопуляции ПК в среднем ниже на 11,3%, чем у сортопопуляции ПБК независимо от способа посева ($C_v = 1,1–3,9\%$). При этом анализ величины показателя для каждой сортопопуляции по вариантам посева не превышал ошибки опыта.

Количество зольных элементов в листьях определяется как видовыми особенностями растений, так и внешними характеристиками качества окружающей среды. В наших исследованиях зольность тканей у сортопопуляций ПК имела тенденцию к снижению по сравнению с сортопопуляциями ПБК на 12,2% в условиях конкуренции и на 4,2% в чистых посевах. Коэффициент вариации показателя при этом для

сортопопуляций ПК составил 1,7–2,8%, для ПБК 8,5–10,6%.

Определенные изменения в содержании клетчатки в зависимости от способа посева прослеживались у всех сортопопуляций в опыте. В среднем за три года исследований уровень клетчатки в листьях растений в одновидовых агрофитоценозах был несколько выше по сравнению со смешанными: на 4,6% для сортопопуляций ПК, и на 7,0% у сортопопуляций ПБК ($C_v = 1,1–7,9\%$).

Не было установлено существенных отличий между содержанием безазотистых экстрактивных веществ у всех сортопопуляций при всех способах посева. У сортопопуляций ПК в условиях конкуренции отмечена тенденция повышения содержания

БЭВ на 2,8% по сравнению с чистыми посевами ($C_v = 1,8-2,9\%$).

Следует отметить, что содержание жира в листьях в среднем за три года у сортопопуляций ПК в конкуренции было выше на 12,6% ($C_v = 7,4\%$), а без конкуренции на 21,6% ($C_v = 8,9\%$) по сравнению с аналогичными сортопопуляциями ПБК ($C_v = 15,9$ и 10,6% соответственно).

Таким образом, во всех изученных сортопопуляциях люцерны при всех способах посева сохраняются стабильные и достаточно высокие показатели кормового качества.

Заключение

Конкурентная способность растений определяется, как способность извлекать ресурсы из источников экотопа, поделенных с соседями. Способность извлекать ресурсы зависит от параметров, или улучшающих доступ к ним растения, или от способности растения максимально полно использовать имеющиеся в его распоряжении ограниченные ресурсы.

Изучение особенности формирования вегетативной биомассы и ее качественные характеристики при реализации адаптивных стратегий у сортопопуляций люцерны изменчивой (*M. varia Martyn*) показало, что уже в первом поколении у потомков конкурентных субпопуляций прослеживается тенденция высокой адаптированности и устойчивости в смешанных агрофитоценозах. Это проявляется и в динамике увеличения у сортопопуляции ПК удельной продуктивности сухого вещества, и в стабильности, и отсутствии существенной разницы между показателями по вариантам в зависимости от способа посева.

В листьях конкурентоустойчивых субпопуляций установлена тенденция повышения содержания протеина и жира, что также подтверждает конкурентную направленность метаболических процессов на фоне преобладания стратегии К-типа.

Таким образом, в условиях Среднерусской возвышенности возможно использование принципов эколого-ценотических и адаптивных стратегий, а также дифференциации экологических ниш для получения конкурентоустойчивого потомства в первом поколении и включения его в состав смешанных агрофитоценозов в условиях эродированных карбонатных почв.

Работа выполнена в рамках реализации государственных заданий Министерства образования и науки РФ Белгородским государственным национальным исследовательским университетом на 2012 год (№ приказа 5.2614.2011).

Список литературы

1. Гусейнова З.А. Сравнительный анализ проявлений репродуктивных стратегий растений (на примере родовых комплексов *Medicago L.* и *Helianthemum Mill.*): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2011. – 21 с.

2. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Почвенно-ризосферные взаимодействия некоторых видов Fabaceae при возделывании в культуре на карбонатных почвах // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9 (часть 2). – С. 351–355. – URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999445.

3. Думачева Е.В., Чернявских В.И. Семенная продуктивность разновозрастных посевов многолетних видов Fabaceae на черноземах карбонатных в условиях юга Среднерусской возвышенности // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – URL: www.science-education.ru/103-6384.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.

5. Магомедмирзаев, М.М. Введение в количественную морфогенетику растений. – М.: Наука, 1990. – 229 с.

6. Методические указания по проведению научных исследований на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1996. – 152 с.

7. Пленник Р.Я. Стратегии биоморфологической микроэволюции полиморфного вида *Medicago falcata L.* в Сибири. – Новосибирск: Наука, 2002. – 94 с.

8. Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Характеристика химического состава листьев растений бореальной зоны с разными типами экологических стратегий // Экология. – 2001. – №4. – С. 243–251.

9. Романовский Ю.Э. Современное состояние концепции стратегии жизненного цикла // Биол. науки. – 1989. – № 11. – С. 18–31.

10. Физиология плодообразования люцерны / А.П. Вольнец, Р.А. Прохорчик, Л.А. Пшеничная и др. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 208 с.

11. Чернявских В.И., Думачева Е.В. Семенная продуктивность многолетних бобовых трав при выращивании в чистых и смешанных посевах на карбонатных почвах Белгородской области // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 34–37.

References

1. Gusejnova Z.A. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk, Stavropol', 2011, 21 p.

2. Dumacheva E.V., Chernjavskih V.I. Fundamental'nye issledovaniya, 2012, no 9 (chast' 2), pp. 351-355, available at: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999445.

3. Dumacheva E.V., Chernjavskih V.I. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2012, no 3, available at: www.science-education.ru/103-6384.

4. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vyssh. shkola, 1990, 352 p.

5. Magomedmirzaev, M.M. *Vvedenie v kolichestvennuju morfogenetiku rastenij*. [Introduction to quantitative morphogenetic plants]. Moscow, Nauka, 1990, 229 p.

6. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniju nauchnyh issledovaniy na senokosah i pastbiyah* [Guidelines for the conduct of research on the hayfields and pastures]. Moscow: VNIi kormov im. V.R. Viljamsa, 1996, 152 p.

7. Plennik R.Ja. *Strategii biomorfologicheskoi mikroevoljucii polimorfnoogo vida Medicago falcata L. v Sibiri* [Strategy Biomorphological microevolution polymorphic species *Medicago falcata L.* in Siberia]. Novosibirsk, Nauka, 2002, 94 p.

8. P'jankov V.I., Ivanov L.A., Lambers H. *Jekologija*, 2001, no 4, pp. 243–251.

9. Romanovskij Ju.Je. *Biol. nauki*, 1989, no 11, pp. 18–31.

10. Volyneec A.P., Prohorchik R.A., Pshenichnaja L.A. *Fiziologija plodoobrazovaniya ljucerny* [Fruiting physiology of alfalfa]. Mn., Nauka i tehnika, 1989, 208 p.

11. Chernjavskih V. I., Dumacheva E. V. *Kormoproizvodstvo*, 2012, no 2, pp. 34–37.

Рецензенты:

Ткаченко И.К., д.с.-х.н., профессор кафедры анатомии и физиологии живых организмов биолого-химического факультета Белгородского государственного научного исследовательского университета (НИУ «БелГУ»), г. Белгород;

Котлярова Е.Г., д.с.-х.н., профессор кафедры земледелия и агрохимии агрономического факультета Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина (БелГСХА), г. Белгород, пос. Майский.

Работа поступила в редакцию 10.09.2012.