

УДК 581.1:633.31

## ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ДОННИКА ЖЁЛТОГО (*MELILOTUS OFFICINALIS* L.)

© 2013 Е.Б. Смирнова<sup>1</sup>, В.Н. Решетникова<sup>1</sup>, Т.Ю. Макарова<sup>1</sup>, Г.И. Караваева<sup>2</sup><sup>1</sup> Балашовский институт (филиал) Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского<sup>2</sup> Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова

Поступила в редакцию 15.05.2013

В смешанных посевах с применением биоудобрений наблюдаются высокие показатели фотосинтеза, интенсивности транспирации, удельной листовой поверхности растений, накопления биомассы, содержания сахаров по сравнению с одновидовыми посевами. Под влиянием обработки семян биоудобрениями в бобово-злаковом травостое снижается концентрация гликозида кумарина в листьях донника жёлтого.

Ключевые слова: *фотосинтез, хлорофилл, водорастворимые сахара, смешанные посевы, биоудобрения*

Донник жёлтый (*Melilotus officinalis* L.) – высокоурожайное растение семейства бобовые, обладающее высокой кормовой продуктивностью, зимостойкостью, скороспелостью, солеустойчивостью, ценен как предшественник и медоносное растение. Может служить важным кормовым резервом, обеспечивая получение до 16 – 18 т/га зелёной массы. В создании урожая зелёной массы донника большую роль играет листовая поверхность. В период роста и развития растений в листьях осуществляется важнейший процесс – фотосинтез. Общее накопление биомассы растений зависит от интенсивности фотосинтеза, коэффициента его эффективности и размера листовой поверхности. Интенсивность фотосинтеза, как известно, возрастает с увеличением содержания хлорофилла [1]. Однако остаётся не до конца выясненным вопрос взаимосвязи процесса фотосинтеза в смешанном бобово-злаковом агроценозе и эффективности этого процесса у компонентов данного ценоза.

**Цель исследования:** выяснение влияния компонентов смешанных доннико-злаковых посевов на эффективность фотосинтеза.

**Материалы и методы исследования.** Полевые исследования проводили в 2010-2012 гг. в СПК «Ветельный» Балашовского района Саратовской области. Почва опытных участков представлена чернозёмом обыкновенным среднегумусным, среднемощным, глинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое

составляло 5,8%, гидролизуемого азота – 100 мг/кг, подвижного фосфора – 122 мг/кг, обменного калия – 188 мг/кг почвы, рН (КС1) – 5,9. Высевался донник жёлтый – сорт Альшеевский, ячмень – сорт Донецкий 8. Учётная делянка – 5 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Схема опыта представлена в табл. 1 и 2. Показатели фотосинтетической активности посевов определяли по Ничипоровичу [2], количество хлорофилла в листьях находили методом спиртовой вытяжки с использованием спектрофотометра СФ-26 (длины волн:  $\lambda=665$  нм и  $\lambda=646$  нм) [1]; содержание сахаров определяли фенольным методом (длина волн  $\lambda=490$  нм) [3]; содержание кумарина в листьях донника учитывалось по Смирновой-Гальчинской [4, 5]. Биопрепараты применяли для инокуляции семян: ризоторфин – для донника, флавобактерин – для ячменя (600 г на гектарную норму высева). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [6].

**Результаты и их обсуждение.** Исследования показали, что в смешанных доннико-злаковых агроценозах к фазе начала бутонизации донника вегетативная масса ячменя возрастает на 20,6% по сравнению с его одновидовым посевом. В целом общая биомасса выше у тех растений, где использовали ризоторфин: у донника на 10,7-11,9%; у ячменя на 26,2-34,5%. Интенсивность транспирации в смешанных агроценозах выше, чем в одновидовых посевах, особенно это прослеживается в доннико-ячменном ценозе с обработкой флавобактерином. Но рост интенсивности транспирации в двухкомпонентной системе выше у донника, чем у ячменя. Это, вероятно, связано с тем, что большинство измерений проводилось в дневное время. В смешанном посеве с обработкой флавобактерином и совместной обработкой ризоторфином наблюдаются самые высокие показатели интенсивности транспирации (ИТ), удельной листовой поверхности (УЛПР), а также показатели чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) (табл. 1).

Смирнова Елена Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания. E-mail: elena.prentan@yandex.ru

Решетникова Вера Николаевна, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и методики преподавания. E-mail: vnresh@yandex.ru

Караваева Галина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, генетики и селекции. E-mail: kar\_an@mail.ru

Макарова Татьяна Юрьевна, аспирантка

**Таблица 1.** Влияние ассоциативных бактерий на фотосинтетическую активность и интенсивность транспирации посевов (среднее за 2010-2012 гг.)

№ варианта	Вариант опыта	Масса вегетативной части растения	ЧФФ, г/м <sup>2</sup>	УЛПР, м <sup>2</sup> /г	ИТ, мг/дм <sup>2</sup> час	
1	донник одновидовой посев – контроль	10,20	5,45	0,33	10,36	
2	ячмень одновидовой посев – контроль	5,71	4,38	0,19	5,18	
3	донник + ячмень	донник	10,42	6,49	0,35	10,47
		ячмень	6,89	5,07	0,21	5,24
4	донник + ячмень + ризоторфин	донник	11,30	5,84	0,44	10,80
		ячмень	7,21	7,08	0,26	5,52
5	донник + ячмень + флавобактерин	донник	11,45	5,48	0,40	10,84
		ячмень	7,40	7,32	0,28	5,50
6	донник + ячмень + ризоторфин + флаво-бактерин	донник	11,42	6,51	0,45	10,88
		ячмень	7,68	7,37	0,27	5,57

Важнейшее значение для образования хлорофилла имеют условия минерального питания, также для его синтеза необходимо снабжение растений азотом, так как этот элемент входит в состав хлорофилла. Показано, что внесение азотных удобрений вызывает повышение фотосинтетической деятельности растений. Можно предположить, что чем больше внесено удобрений, тем выше количество хлорофилла [1, 5, 7]. В работах В.А. Кретович, Г.С. Посыпанова, А.С. Кононова установлено, что небольшие дозы азота на ранних стадиях роста полезны для бобовых культур, так клетки на каждый грамм фиксации азота используют от 3 до 6 г углерода. Уникальные функции симбиотрофных организмов приобретают особое значение в связи с возможностью использования биологических механизмов питания растений азотом, что особенно важно в многокомпонентных агроценозах [7-9]. Исследования А.М. Гродзинского показали, что в полевых опытах с люпином и овсом происходил обмен меченой углекислотой. Начиная с фазы стеблевания, азотфиксирующая способность корневой системы увеличивается, и она снабжает растения азотистыми веществами. В последующие фазы вегетации растения клубеньковые бактерии получают углеводы, так как интенсивность фотосинтеза в этот период наиболее высокая [10].

В наших исследованиях на вариантах, где наблюдалось увеличение содержания хлорофилла в листьях донника, там возрастало и содержание этого пигмента в листьях ячменя. Из табл. 2 видно, что в смешанных посевах с обработкой флавобактерином повышалась сумма хлорофиллов, эта же тенденция прослеживается на вариантах с обработкой ризоторфином и его совместного применения с флавобактерином.

Скорость роста биомассы зависит от двух величин – скорости роста массы растения на единицу площади листа и отношения площади листьев к биомассе растений. Опыты показали, что удельная листовая поверхность донника жёлтого в двухкомпонентной системе возросла на 36% по сравнению с этим показателем в одновидовых посевах. Листовая поверхность у ячменя в смешанных

посевах увеличивалась на 47% по сравнению с контрольным вариантом. Вероятно, это также связано с количеством хлорофилла *a* и *b*.

Известно, что в процессе фотосинтеза хлорофилл *a* обеспечивает более высокую эффективность процесса превращения диоксида углерода и воды в органические вещества. Соотношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* у донника составляет 5,12, а у ячменя 1,43, так как азотфиксирующие микроорганизмы способствуют более интенсивному процессу образования хлорофилла в бобовых культурах, поэтому донник является более продуктивным по биомассе, чем ячмень. Общеизвестно, что чем выше соотношение концентрации хлорофиллов *a/b*, тем ниже жароустойчивость растений. В наших опытах можно утверждать, что биопрепараты повышали жароустойчивость смешанных посевов донника и ячменя, это положительно отразилось на их продуктивности.

При определении в листьях смешанных посевов сахаров оказалось, что их содержание было выше на вариантах с обработкой семян флавобактерином и ризоторфином. Повышение составило у донника – от 15,3 до 46,1%; у ячменя – от 5,2 до 31,5%. Таким образом, биопрепараты увеличивали содержание водорастворимых сахаров в листьях доннико-злакового травостоя.

Физиологическая роль кумарина до конца не установлена. Известно, что кумарины участвуют в регулировании роста растений, являясь антагонистами ауксинов, поглощают ультрафиолетовые лучи, защищая молодые растения от чрезмерного солнечного облучения и предохраняют их от вирусных заболеваний. Однако содержание гликозида кумарина придаёт сену донника горьковатый вкус, а при неправильном его хранении кумарин превращается в дикумарин и может вызвать отравление животного. Установлено, что смешанные посевы снижают содержание этого гликозида до трёх баллов, а применение биопрепаратов в этом агроприёме – до двух баллов, хотя надо отметить это происходит в первый год жизни донника, во второй год рассматриваемый показатель был ниже трёх баллов.

**Таблица 2.** Влияние ассоциативных бактерий на содержание в листьях пигментов, сахаров и кумарина (среднее за 2010-2012 гг.)

№ варианта	Вариант опыта	Сумма хлорофиллов (a+b), мг/г сухой массы растения	Соотношение хлорофиллов a/b	Содержание сахаров в листьях, мг/г сухого вещества	Кумарин, балл	
1	донник одновидовой посев – контроль	140,2	5,12	26	4	
2	ячмень одновидовой посев – контроль	158,4	2,40	38	–	
3	донник + ячмень	донник	182,0	2,14	30	3
		ячмень	174,9	1,87	40	–
4	донник + ячмень + ризоторфин	донник	196,9	2,16	34	2
		ячмень	188,2	1,42	44	–
5	донник + ячмень + флавобактерин	донник	205,8	2,13	36	2
		ячмень	213,0	1,18	46	–
6	донник + ячмень + ризоторфин + флавобактерин	донник	210,6	2,06	38	2
		ячмень	240,0	1,13	50	–

**Выводы:** наши исследования показывают, что в смешанных посевах в результате затенения растений ячменя донником увеличивается общая сумма хлорофиллов в листьях при снижении в 2,5 раза отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b*. Установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза и интенсивность транспирации выше в двухкомпонентных посевах по сравнению с однокомпонентными, показывая зависимость продуктивности фотосинтеза от количества хлорофилла. Таким образом, количество синтезируемого хлорофилла показывает направленность процесса фотосинтеза и его величину в сторону многокомпонентных систем. Доннико-злаковый травостой с применением биоудобрений увеличивает содержание в листьях водорастворимых сахаров и снижает концентрацию кумарина в растениях донника жёлтого.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Воскресенская, О.Л. Физиология растений: учеб. пособие / О.Л. Воскресенская, Н.П. Грошева, Е.А. Скочлова. – Саранск: Изд-во МарГУ, 2008. С. 200-241.
2. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учёта в связи формированием урожая). – М.: АН СССР, 1961. С. 85-100.
3. Туркина, М.В. Методы определения моно- и олигосахаридов / М.В. Туркина, С.В. Соколова // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. С. 5-32.
4. Ложкин, А.В. Природные кумарины: методы выделения и анализа / А.В. Ложкин, Е.И. Сакалян // Хим. фарм. журнал. 2006. Т. 40. № 6. С. 47-57.
5. Сказкин, Ф.Д. Практикум по физиологии растений / Ф.Д. Сказкин, Е.И. Ловчиновская, Т.А. Красносельская и др. / под ред. Ф.Д. Сказкина. – М.: Советская наука, 1953. С. 156-159.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. 357 с.
7. Кретович, В.Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1986. С. 256-270.
8. Посыпанов, Г.С. Биологический азот // Проблемы экологии и растительного белка. – М.: Изд-во МСХА, 1993. С. 100-105.
9. Кононов, А.С. Люпин: технология возделывания в России. – Брянск, 2003. С. 56-58.
10. Гродзинский, А.М. Аллелопатия растений и почвоутомление. – Киев, 1991. 432 с.

## FEATURES OF CENOTIC RELATIONS IN THE ONE-SPECY AND MIXED CROPS OF *MELILOTUS OFFICINALIS* L.

© 2013 Е.В. Smirnova<sup>1</sup>, V.N. Reshetnikova<sup>1</sup>, T.Yu. Makarova<sup>1</sup>, G. I. Karavaeva<sup>2</sup><sup>1</sup> Balashov Institute (branch) of Saratov State University named after N.G. Chernyshevskiy<sup>2</sup> Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

In the mixed crops with application of biofertilizers high rates of photosynthesis, intensity of transpiration, specific plants sheet surface, content of sugars in comparison with one-specy crops are observed. Under the influence of processing the seeds by biofertilizers in leguminosae-graminea herbage concentration of glycoside of benzopyrone in leaves of *Melilotus officinalis* L. decreases.

Key words: *photosynthesis, chlorophyll, water-soluble sugar, mixed crops, biofertilizer*

Elena Smirnova, Candidate of Agriculture, Associate Professor at the Department of Biology and Teaching Methods. E-mail: elena.prentan@yandex.ru; Vera Reshetnikova, Candidate of Chemistry, Associate Professor at the Department of Biology and Teaching Methods. E-mail: vnresh@yandex.ru; Galina Karavaeva, Candidate of Agriculture, Professor at the Department of Plants Growing, Genetics and Selection. E-mail: kar\_an@mail.ru; Tatiana Makarova, Post-graduate Student