

## Литература

1. Дзюба, В.А., Планирование многофакторных опытов и методы статистической обработки экспериментальных данных: методические рекомендации / В.А. Дзюба, Б.Н. Шемелев.— Краснодар, 2004.— 83 с.
2. Практическое руководство по интенсивной технологии возделывания риса.— М., 1986.— 65 с.
3. Радов, А.С. Практикум по агрохимии / А.С. Радов, И.В. Пустовой, Ф.В. Корольков.— М.: Колос, 1978.— 351 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.— М., 1985.— С. 248–263.

## Резюме

Для двух агроландшафтных районов рисосеяния Краснодарского края с учетом природных условий и индивидуальных характеристик сортов рекомендован их ассортимент и разработана структура посевов риса.

For two agrolandscapes of rice growing zones in Krasnodar Territory, with taking into consideration of natural conditions and individual characteristics of varieties we recommended their assortment and developed the structure of rice sowings.

## ТРУХАН В.А., ТРУХАН А.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.П. Вильямса, Российская Федерация, 141055, МО, г. Лобня, ул. Научный городок, e-mail: vtrukhan@yandex.ru*

## ВНУТРИВИДОВОЙ ПОЛИМОРФИЗМ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО ПО АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

Большое значение азотфиксации на культуре клевера ползучего позволяет расценивать это растение, как незаменимое растение для естественных сенокосов и пастбищ. Результаты многочисленных исследований отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют о том, что не только отдельные виды бобовых растений различаются по продуктивности симбиотической азотфиксации, но и сорта одного вида реагируют на инокуляцию различными штаммами клубеньковых бактерий неодинаково, характеризуясь сортовой специфичностью [1, 2, 3]. Однако следует учитывать, что не только сорта, но и отдельные растения клевера предпочитают заражение определенными штаммами клубеньковых бактерий [4].

По данным Л. Миттон [5], инокуляция семян двух сортов клевера ползучего в условиях высокой кислотности почвы позволила поднять урожайность сухой массы с 0,3 ц/га на контроле (без инокуляции) до 12–23 ц/га в зависимости от использования штамма. За три года вегетации на вариантах с инокуляцией было получено около 300 кг/га биологического азота [3]

Простейшей формой параллельной работы с обоими компонентами симбиоза может быть проведение отбора растений на бедном по азоту фоне

при обязательной инокуляции высокоэффективным штаммом клубеньковых бактерий, предварительно проверенным по эффективности в данных условиях на данном селекционном материале [6]. Л. Миттон отмечает, что эффективность симбиоза, выраженная через урожай, при взаимодействии клевера ползучего и штаммов клубеньковых бактерий в первую очередь зависит от генотипа растения — хозяина, затем — от уровня взаимодействия генотипа растения и штамма ризобиума и, в последнюю очередь, определяется штаммом клубеньковых бактерий клевера [7].

Во ВНИИ кормов ведется изучение взаимодействия некоторых штаммов ризобиума и сортов клевера лугового и клевера гибридного [8, 9, 10, 11]. До недавнего времени в России изучение азотфиксации на культуре клевера ползучего не проводилось, поэтому, используя накопившийся опыт по изучению симбиотической азотфиксации, нами была проведена оценка влияния инокуляции различными штаммами клубеньковых бактерий клевера на биологическую продуктивность перспективных образцов клевера ползучего.

### **Материалы и методы**

Растительный материал. В качестве объекта исследований были использованы 4 лучших межсортовых гибридов клевера ползучего 5 поколения (ГМ7, ГМ11, ГМ12 и ГМ13) и районированный сорт ВИК 70, полученные в отделе селекции и первичного семеноводства клевера, на фоне культурных штаммов ризобиума клевера — 1308, 1326 и 1350 (штаммы получены из коллекции ВНИИ с.-х. микробиологии) в условиях искусственного климата с технологическим режимом: температура воздуха +24 °С, фотопериод 16 часов, освещенность 18–20 тыс. люкс, влажность почвы в сосудах 75% ППВ.

Всего вариантов — 20, повторность четырехкратная. Инокулировали образцы методом полива водной суспензией штамма ризобиума клевера семидневных проростков клевера высеванных предварительно на стерильную почву.

Учет растений проводили индивидуальный, однократный, в фазу бутонизации на 50 день после появления всходов. Учитывали сырую и сухую массу надземной части растения и корней; накопление азота надземной и корневой частью (по Къельдалю); активность нитрогеназы корней — ацетиленовым методом [12]. Содержание этилена определяли на газовом хроматографе “Хром 4” с использованием сорбента “POROPAK-N”. По методике Г.С. Посыпанова проводили отмывание корней, определение качества и количества клубеньков [13]. Изучаемые образцы сравнивали с контрольным фоном (дикие популяции ризобиума клевера).

### **Результаты и обсуждение**

В наших исследованиях образцы клевера ползучего характеризовались сортовой специфичностью. Как видно из таблицы 1, фактор штамма ризобиума клевера играет важную роль в накоплении азота растениями клевера ползучего, однако в симбиозе с различными образцами клубеньковые бактерии проявляют себя неодинаково в силу своей специфичности и специфичности макросимбионта. Так, например, штамм 1326 в симбиозе с образцами

ГМ13, ГМ7 и ГМ12 способствовал большему накоплению общего азота целого растения (корни + надземная вегетативная масса) этих образцов на 9,0, 17,7 и 39,5%, соответственно к контрольному фону каждого образца, а при взаимодействии с гибридом ГМ11 происходило заметное снижение по этому признаку на 24,6% по отношению к контрольному фону. Учитывая сильные линейные корреляционные связи между признаками “общее накопление азота растением” и “сухая биомасса целого растения” ( $r=0,96$ ), “нитрогеназная активность в расчете на 1 г сухих корней в час ( $r=0,80$ ) и в расчете на одно растение ( $r=0,77$ )”, можно также судить о специфичности проявления генотипов макросимбионта и микросимбионта по этим признакам.

Образцы клевера ползучего в симбиозе с эффективными штаммами клевера (таблица 1) превышали контрольный фон по общему накоплению азота целым растением на 17,7–39,5%, по общему выходу сухого вещества на одно растение — на 28,8–51,3% и характеризовались в 1,67–3,87 раза большей активностью нитрогеназы на один грамм сухого вещества корней в час ( $C_2H_2$ ).

В наших исследованиях было также установлено, что основную роль в определении активности и эффективности симбиоза играет взаимодействие генотипов макро — и микросимбионтов, на долю которых приходилось от 39,8 до 49,1% всех фенотипических изменений по этим признакам ( $d_{\text{ваб}} = 0,398-0,491$ ), затем от генотипа растения хозяина ( $d_{\text{ва}} = 0,289-0,447$ ) и в последнюю очередь от генотипа штамма ризобиума ( $d_{\text{ва}} = 0,188-0,043$ ). Индексы детерминации  $d$  (коэффициенты) имели следующее обозначение и отражали:  $d_{\text{ваб}}$  — взаимодействие образцов клевера со штаммами клубеньковых бактерий в симбиозе,  $d_{\text{ва}}$  — воздействие на азотфиксацию фактора растения кле-

Таблица 1

**Влияние специфичных штаммов клубеньковых бактерий клевера на эффективность азотфиксации гибридов клевера ползучего и сорта ВИК70**

Образец	Вариант	Сухая биомасса целого растения		Общий азот в растении	
		грамм	% к контролю	мг	% к контролю
ГМ7	Контроль	5,34	100,0	153,6	100,0
ГМ7	Штамм1326	6,88*	128,8	180,8*	117,7
ГМ12	Контроль	3,69	100,0	111,2	100,0
ГМ12	Штамм1326	5,47*	148,2	155,1*	139,5
ГМ13	Контроль	3,72	100,0	117,6	100,0
ГМ13	Штамм1308	5,63*	151,3	155,3*	139,6
ВИК70	Контроль	3,49	100,0	98,2	100,0
ВИК70	Штамм1308	5,03*	144,0	129,1*	138,5
НСР <sub>05</sub>		0,187	3,87	5,0	3,95

\* Разница существенна при 95%-ном уровне вероятности.

Таблица 2

Доля ( $d_{xy}$ ) различных факторов в фенотипической изменчивости клевера ползучего по признакам, определяющим эффективность и активность симбиотической азотфиксации

Исследуемый признак	Коэффициенты детерминации для факторов: А, Б и АхБ		
	$d_{ya}$	$d_{yb}$	$d_{yab}$
Сухая биомасса целого растения	0,447	0,043	0,491
Общий азот в растении	0,268	0,153	0,398
( $C_2 H_2$ ) — активность нитрогеназы, мкмоль/г сухих корней в 1 час	0,289	0,188	0,423

\*Факторы: А — макросимбионт (образцы); Б — микросимбионт (штаммы) и АхБ — взаимодействие двух факторов макро и микросимбионта.

вера и  $d_{yb}$  — воздействие на азотфиксацию фактора штамма клубеньковых бактерий.

Анализ симбиотической азотфиксации клевера ползучего показывает, что вклад в фенотипическую изменчивость по признакам, характеризующим эффективность симбиоза, у каждого из партнеров сильно варьирует (таблица 2).

Так, по признаку “сухая биомасса растения”, судя по коэффициенту детерминации ( $d_{ya}=0,447$ ), примерно 44,7% изменений связаны с особенностями и различиями между образцами и 4,3% — с особенностями клубеньковых бактерий клевера ( $d_{yb}=0,043$ ). Однако по накоплению общего азота в растении коэффициент детерминации у макросимбионта уменьшается в 1,67 раза ( $d_{ya}=0,268$ ), а у микросимбионта он значительно возрастает в 3,56 раза ( $d_{yb}=0,153$ ). В связи с тем, что образцы клевера ползучего, представлены популяциями гибридов пятого поколения и сортом ВИК 70, предварительно проходили оценку в полевых условиях на фоне диких штаммов клубеньковых бактерий. Поэтому для них свойственна широкая внутрисортная амплитуда реакции на генотип микросимбионта. Линейность же культурных штаммов, в какой-то степени, и определила в нашем опыте более низкую долю их вариансы в сравнении с долей вариансы генотипов образцов клевера ползучего в общей изменчивости признака ( $d_{ya} > d_{yb}$ ).

Дисперсионный анализ данных показал (таблица 2), что, несмотря на выравненность фактора среды обитания (световой режим, водное и минеральное питание, механический и химический состав почвы и других), доля этого фактора в фенотипической изменчивости признаков колебалась от 1,9 до 18,1% ( $d_{ye}$  (средовое) =  $1 - d_{ya} - d_{yb} - d_{yab}$ ).

### Заключение

На основании изложенного следует признать сложность процесса азотфиксации и многообразие форм взаимосвязи растений клевера ползучего и клубеньковых бактерий клевера. Более высокое влияние комплементарности

макросимбионта и микросимбионта на уровень азотфиксации и продуктивность растений, свидетельствует о важности подбора культурных высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий для перспективных сортов и гибридов. Поэтому в современных условиях необходимо вести параллельную селекционную работу с обоими компонентами симбиоза — создавать сорта и эффективные специфичные препараты штаммов клубеньковых бактерий, что явится дополнительным резервом для повышения продуктивности культурных сенокосов и пастбищ.

#### Литература

1. *Hardarson G., Jones D.* Effect of temperature on competition strains of *Rhizobium trifoli* for nodulation of two white clover varieties // *Annals of Applied Biology*, 1979, v.92, n2, P. 229–236.
2. *Чундерова А.И.* О генетике бобово-ризобияльного симбиоза (обзор) // *С.-х. биология*. — 1981. — Т.16, №3. — С. 476–477.
3. *Mytton L.R., Hughes D.* Methods of manipulating quantitative genetic variation in nitrogen. Forage legumes, 1984, P. 193-194.
4. *Boller B.C., Cadisch G., Weise S., Nosberger I.* Ertragsbildung und Stickstoff-Fixierung von Weissklee-ekotypen aus verschieden bewirtschafteten naturweisen. Schweiz. landw. Forsch., 1987, 1,2; S. 11–189.
5. *Mytton L.R.* The role of *Rhizobium* strain interactions in hill clover establishment // *Science and better use of grassland*. 1987, P. 18–19.
6. *Черемисов Б.М.* Селекция растений и клубеньковых бактерий на интенсификацию их симбиоза. — М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. — С. 35–45.
7. *Mytton L.R.* Plant genotype x *Rhizobium* strain interactions in white clover // *Ann. Appl. Biol.* — 1975. Vol.80, N1, P. 103–107.
8. *Шаин А.С.* Оценка и создание исходного материала с повышенной азотфиксирующей способностью и биологической продуктивностью клевера лугового: Диссертация канд. с.-х. наук. — М., 1990. — 193 с.
9. *Дробышева Л.В.* Оценка коллекции и создание селекционного материала клевера лугового с повышенной симбиотической азотфиксацией: Диссертация канд. с.-х. наук. — М., 1990. — 180 с.
10. *Воловик В.Т.* Азотфиксация и продуктивность клевера гибридного // Тез. док. Всесоюзная научная конференция молодых учёных и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства. — М., 1991. — С. 54–55.
11. *Трухан А.А.* Оценка и создание перспективного селекционного материала клевера лугового с повышенной азотфиксирующей способностью в условиях центрального района нечерноземной зоны России: Диссертация канд. с.-х. наук. — М., 1994, 118 с.
12. Методические рекомендации для курсов повышения квалификации научных сотрудников по сельскохозяйственной микробиологии. Методы исследования клубеньковых бактерий. — М.: В НИИСХ микробиологии, 1981. — 78 с.
13. *Посыпанов Г.С.* Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях // *Известия ТСХА*. — 1983. — Вып. 5. — С. 17–26.

#### Резюме

В статье обсуждаются вопросы взаимодействия генотипов растения и штаммов ризобияма клевера на культуре клевера ползучего.

У статті обговорюються питання взаємодії генотипів рослини і штамів ризобіума конюшини на культурі конюшини повзучої.

The article discusses the interaction between genotypes of plant and strains of *Rhizobium trifoli* in the culture of white clover.

**ХАРИТОНОВ Е.М., ТУМАНЬЯН Н.Г., ПАПУЛОВА Э.Ю., ДАВОЯН А.Е.,  
ЛОТОЧНИКОВА Т.Н., ОСТАПЕНКО Н.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт риса  
Россия, 350921, Краснодар, н/о Белозерное, e-mail: arri\_kub@mail.ru*

## **ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РИСА СО СРЕДНИМ СОДЕРЖАНИЕМ АМИЛОЗЫ И ОКРАШЕННЫМ ПЕРИКАРПОМ ЗЕРНОВКИ**

В Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ внесено 24 сорта риса селекции ВНИИ риса. Это белозерные сорта, относящиеся по типу зерновки к кругло-, средне- и длиннозерным, с содержанием амилозы (составной части крахмала эндосперма зерновки) от 15 до 24,5%. Причем в ассортименте сортов преобладают низкоамилозные с ее содержанием в крупе — 15–21%, и только один Дружный содержит 24,5% амилозы.

Содержание амилозы считается наиболее важным биохимическим показателем предварительной оценки качества риса. Отношение амилоза: амилопектин определяет пищевые и кулинарные достоинства риса. Чем выше содержание амилозы, тем больше воды поглощают крахмальные зерна. Они увеличиваются в объеме и не разрушаются благодаря высокой способности амилозы образовывать водородные связи. Поэтому сваренный рис со средним и высоким содержанием амилозы является рассыпчатым, а низкоамилозный — клейким или полурассыпчатым.

Перед отечественными селекционерами стоит задача выведения средне- и высокоамилозных сортов риса, предназначенных для рассыпчатых гарниров, плова и других блюд, для приготовления которых требуется рис, ядра которого при варке не склеиваются.

Сорта и формы риса, зерно которых имеет окрашенный перикарп (оболочку), относятся к краснозерным. Цвет перикарпа варьирует от розового до темно-коричневого и черного. Красный пигмент — проантоцианидин, является защитным фактором риса от патогенов и вредителей [4, 5]. Прародители белозерного культурного риса имели окрашенное зерно. Краснозерный рис имеет большое разнообразие, различающихся по морфологическим признакам и биологическим свойствам форм. Краснозерный рис, который относится к сорно-полевым формам, является засорителем посевов.

Однако, среди краснозерных форм встречаются такие, которые с селекционной точки зрения обладают положительными качествами, такими как холодостойкость, быстрый рост в начале вегетации, неприхотливость к условиям выращивания. Важнейшим фактором интереса селекционеров к красному рису является его повышенная питательная ценность. Пигменты перикарпа (красный пигмент, флавоны, флавоноиды, антоцианы, каротиноиды), токоферолы являются мощными антиоксидантами, которые устраняют свободные радикалы в организме человека, снижают риск образования атеросклеротических бляшек в сосудах организма, способствуют улучшению