

УДК 631.584:633.13+633.367

## **ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ОВСЯНО-ЛЮПИНОВОЙ СМЕСИ ОТ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ЛЮПИНА ПРЕПАРАТОМ САПРОНИТ**

**Д.П. Чирик**, научный сотрудник  
РУП «Институт льна»

**Ключевые слова:** овсяно-люпиновые смеси, зеленый корм, бактеризация семян, сапронит, дозы минерального азота, урожайность, коэффициенты конкурентоспособности, переваримый протеин

### **Введение**

Возделывание овсяно-люпиновых смесей на зеленый корм в поле однолетних кормовых культур позволяет получить зеленую массу, регулируя при этом соотношение компонентов в смеси и качество заготовливаемого корма. Выдающийся русский ученый, основатель советской агрохимии Д.Н. Прянишников отмечал, что как бы ни было высоко развито производство минеральных удобрений, никогда не следует забывать о целесообразности использования биологического азота [1]. При выращивании бобовых культур роль азотфиксаторов выполняют клубеньковые бактерии. Растения же, в свою очередь, поставляют бактериям продукты углеводного обмена и минеральные соли, необходимые им для роста и развития [2].

Применяемый для инокуляции семян биопрепарат сапронит (штамм *Rhizobium lupini* 1422) состоит из микроорганизмов, которые заселяют корневую систему растения люпина и создают с ним симбиоз. Этот агроприем способствует экологизации земледелия и более эффективному возделыванию зернобобовых культур. Из литературных данных следует, что бактериальный препарат сапронит, применяемый для инокуляции семян зернобобовых культур, возделываемых в чистом виде, способствует повышению их продуктивности на 10-15% и более, повышает азотнакопительную способность и качество продукции по содержанию протеина, позволяет сокращать до 30 кг/га дозу вносимого минерального азота [3, 4]. Возделывание же бобового компонента в составе злаково-бобовой смеси значительно сложнее, чем в монокультуре, поскольку на отношения растений между собой влияет не только видовая, но и межвидовая конкуренция за факторы роста.

А.И. Virtanen [5] доказал, что бобовая культура выделяет такое количество азота, которое оказывается достаточным для нормального развития небобового компонента и зависит от соотношения между компонентами в составе смеси. Однако необходимо признать, что даже когда некоторая часть азота, фиксированная бобовым компонентом, передается небобовому компоненту, это необязательно означает повышение урожайности смешанного посева [6].

Многие авторы считают, что использование злаками биологически связанного азо-

та бобовых культур возможно только после отмирания клубеньков [7, 8].

Научно обоснованной информации по эффективности инокуляции семян бобового компонента при возделывании смесей недостаточно. Поэтому в своих исследованиях мы поставили **цель** – определить влияние предпосевной инокуляции семян узколистного люпина препаратом сапронит на различных дозах минерального азота при возделывании овсяно-люпиновой смеси на зеленый корм.

#### **Объекты и методы исследования**

Полевые опыты проводились на опытном поле экспериментальной базы «Жодино» Смолевичского района Минской области.

Исследования закладывались на дерново-подзолистой, среднекультуренной, легкосуглинистой почве, развивающейся на легком песчаном суглинке, подстилаемом с глубины 60-70 см рыхлым песком. Пахотный слой почвы имел следующие агрохимические показатели: рН (KCl) 6,0-6,2; содержание гумуса (по Тюрину) 2,38-2,60%, подвижного фосфора 172-190, обменного калия – 147-164 мг/кг почвы, гидролитическую кислотность – 10,8-18,2, сумму поглощенных оснований – 7,2-8,1 мэкв/100 г почвы.

Смешанные посевы составлялись по схеме замещения. В опыте изучались варианты посева компонентов в чистом виде и в смеси с соотношением 67% семян злакового + 33% семян бобового компонента от оптимальной нормы высева их в чистом посеве. Оптимальная норма высева семян в моноценозе: для овса – 5,0, для люпина – 1,5 млн. всхожих семян на гектар. Общая площадь делянки – 72 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>. Способ посева компонентов смеси – отдельными одновидовыми рядками 2+1.

Посев проводился зерновой сеялкой СЗСП-3,6 (для смешанных посевов с шириной захвата 3,6 м, шириной междурядий 15 см с формированием 24 рядков), конструктивной особенностью которой является наличие отдельных емкостей для семян компонентов, возможность установки нормы высева отдельно для каждого компонента и возможность размещения семян обоих компонентов в каждом рядке, либо отдельными одновидовыми рядками.

Бактеризацию семян люпина биопрепаратом сапронит (сапротелевый нитрагин), разработанным на базе Института микробиологии НАН Беларуси, проводили непосредственно перед посевом из расчета 200 мл препарата на гектарную порцию семян. Титр препарата  $1,81 \times 10^8$  КОЕ/мл. Продуцент – генетически маркированный штамм азотфиксирующих бактерий *Rhizobium lupini* 1422 – получен методом последовательной адаптации к возрастающим концентрациям антибиотиков (стрептомицин 500  $\mu$ /мл; рифампицин 150  $\mu$ /мл) и сохранением основных функциональных свойств родительского штамма.

Необходимое количество препарата на гектарную норму семян люпина перед применением разбавляли чистой водой до объема, составляющего 1% от массы семян. Полученную суспензию препарата наносили на семена, тщательно перемешивая до равномерного смачивания.

Фосфорно-калийные удобрения вносились общим фоном в дозах  $P_{60}K_{90}$ . Азотные удобрения под смеси вносились в зависимости от предполагаемой азотфиксации люпина, согласно схеме опыта от 17 до 51 кг/га д.в.

В качестве зернового компонента смеси изучался овес посевной (*Avena sativa Lodiculae*) зеленоукосного направления – сорт Асілак, в качестве бобового компонента – сорт люпина кормового направления *Миртан* узколистного культурного вида (*Lupinus angustifolius*) с диким типом ветвления.

По климатическим условиям период вегетации овсяно-люпиновых смесей был близким к средним многолетним значениям в 1997 г., избыточно влажным – в 1998 и острозасушливым – в 1999 г.

Коэффициенты конкурентоспособности рассчитывались по методическому руководству для исследований смешанных посевов [9]. Оценку качества и зоотехнический анализ кормов проводили согласно соответствующим методикам [10, 11].

### Результаты и обсуждение

Нашими исследованиями установлено, что использование зеленой массы овса на зеленый корм ограничивалось примерно 40-м днем при оптимальном влагообеспечении посева (состояние развития по шкале Zadoks 37-39), а люпина – 45-46-м днем (состояние развития по шкале Dracup, Kirby 3.1-3.7) в связи с огрубением корма и резким снижением поедаемости зеленой массы при прямом стравливании КРС (рис.1). Сроки использования корма в значительной степени зависят от погодных условий вегетации культур. Особенно на огрубение корма влияет дефицит осадков.

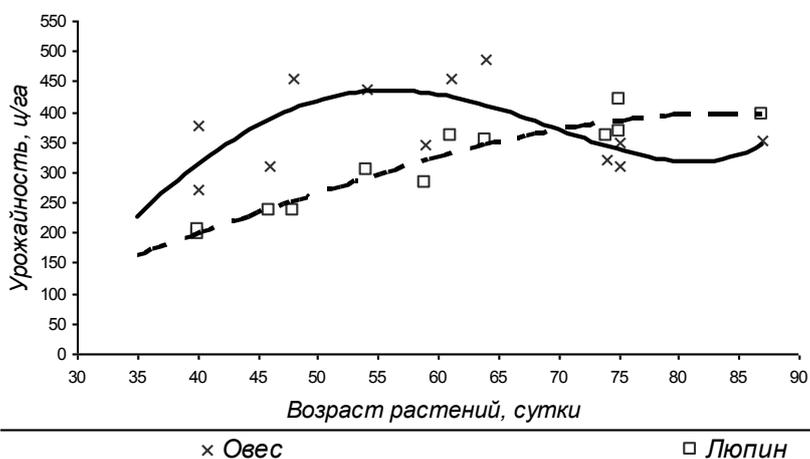


Рис.1. Основная тенденция изменения урожайности зеленой массы овса и люпина в чистых посевах

Важнейшим показателем, определяющим достоинство любого технологического решения, является урожайность получаемой продукции. Инокуляция семян узколистного люпина препаратом сапронит в варианте возделывания его в монокультуре (чистом посева) без внесения минерального азота обеспечила 7,5 ц/га прибавки зеленого корма (табл.1), что коррелирует с описанными в литературе данными [4, 12].

**Таблица 1. Урожайность зеленого корма овсяно-люпиновых смесей в зависимости от бактеризации семян люпина, ц/га**

Вид ценоза	Доза азота, кг/га	Без инокуляции			Инокуляция сапронитом		
		1998 г.	1999 г.	среднее	1998 г.	1999 г.	среднее
Люпин - 100%	0	205,3	108,2	156,7	210,4	118,0	164,2
67+33	0	211,2	77,9	144,5	194,9	82,7	138,8
67+33	17	245,8	91,6	168,7	220,1	104,4	162,3
67+33	34	293,6	89,9	191,7	272,6	91,2	181,9
67+33	51	300,1	90,1	195,1	300,1	88,3	194,2
<i>НСР<sub>05</sub> 1998 г. А (доза азота) - 11,4 ц/га; В (инокуляция) - 16,1 ц/га; АВ - не достоверно</i>							
<i>НСР<sub>05</sub> 1999 г. А (доза азота) - 2,5 ц/га; В (инокуляция) - 3,6 ц/га; АВ - 3,6 ц/га</i>							
в том числе люпин							
67+33	0	55,5	27,6	41,5	35,8	29,5	32,7
67+33	17	51,1	31,0	41,0	29,4	32,3	30,9
67+33	34	59,9	20,4	40,1	33,4	18,9	26,2
67+33	51	49,6	16,4	33,0	23,4	15,3	19,4
<i>НСР<sub>05</sub> 1998 г. А (доза азота) - 5,6 ц/га; В (инокуляция) - 7,9 ц/га; АВ - не достоверно</i>							
<i>НСР<sub>05</sub> 1999 г. А (доза азота) - 2,5 ц/га; В (инокуляция) - не достоверно; АВ - не достоверно</i>							

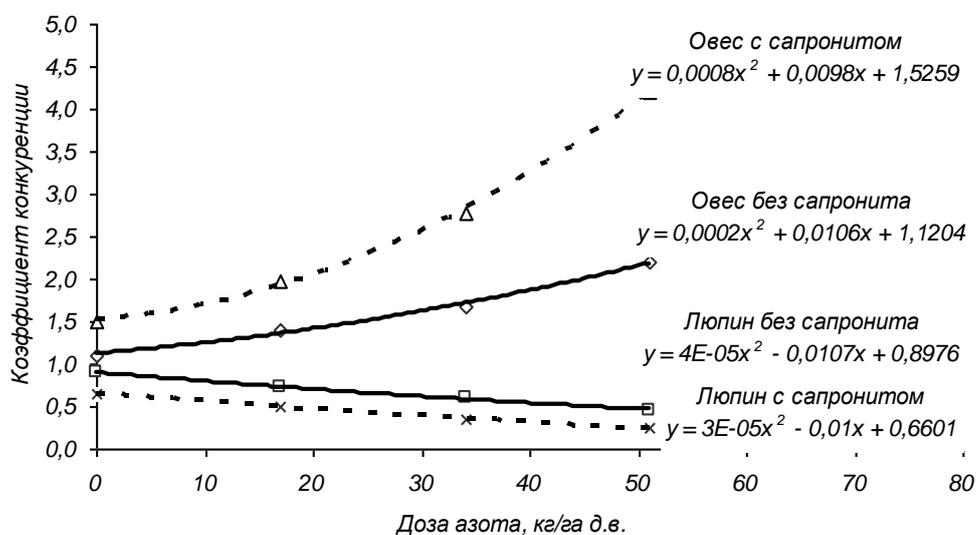
Применение инокуляции на фоне увеличивающихся доз минерального азота способствовало общей стимуляции растений бинарного сообщества, но прибавки зеленой массы получены только по злаковому компоненту. Увеличение урожайности зеленой массы овса на 3,1, 3,7, 4,1 и 12,7 ц/га соответствовало увеличению дозы вносимого минерального азота.

По мере увеличения дозы минерального азота снижается и эффективность формирования симбиоза интродуцированных клубеньковых бактерий с бобовым компонентом, что в итоге приводит к снижению урожайности зеленой массы как люпина, так и зеленой массы бинарной смеси в целом.

Урожайные данные являются подтверждением того, что минеральный азот, особенно в количестве 34 и 51 кг/га д.в., депрессирует процесс инфицирования корней ризобияльной микрофлоры, вследствие чего у клубеньковых бактерий отключается работа нитрогеназного комплекса, что свидетельствует о их невысокой азотфиксирующей способности в данных условиях существования.

Таким образом, идет снижение урожайности зеленого корма в вариантах с применением инокуляции семян люпина: на безазотном фоне – 5,7 ц/га (в т.ч. люпина 8,8 ц/га), на дозе азота 17 кг/га, соответственно, 6,4 и 10,1, на дозе 34 кг/га – 9,8 и 13,9, и в дозе 51 кг/га – 25,3 и 13,6 ц/га. Очевидно, что в агроценозе за счет биологической азотфиксации поступал дополнительный азот, но использовался он для усиления роста злаковой культуры – овса, а не люпина. Сделанные выше заключения полностью соответствуют полученным при оценке эффективности возделывания смесей по сухому веществу.

Эффективность возделывания бинарной смеси также определяется типом взаи-



**Рис. 2. Коэффициенты конкурентоспособности (CR) овса и люпина в зависимости от дозы минерального азота на сороковой день после всходов овса, (1997-1999 гг.)**

модействия растений двухвидовой популяции. При этом наиболее распространенным взаимодействием является конкуренция растений за ресурсы среды: элементы питания, свет и другие.

Как показано на рис.2, стимуляция роста зеленого корма овсяно-люпиновой смеси как за счет дополнительно внесенного минерального, так и за счет биологически синтезированного азота (инокуляция семян люпина сапронитом) приводит к резкому усилению конкурентоспособности овса и снижению конкурентоспособности узколистного люпина.

Изменение конкурентных отношений растений компонентов смеси также является объяснением отрицательного результата по формированию урожайности зеленого корма овсяно-люпиновой смеси (табл.1).

Аналогичная тенденция сохраняется при анализе урожайности сухого вещества.

При расчете валового сбора кормовых единиц (табл.2) на вариантах опыта при обработке семян люпина препаратом сапронит закономерно происходит снижение выхода кормовых единиц на 0,2-1,0 ц/га. Только вариант посева узколистного люпина в чистом виде с инокуляцией семян препаратом сапронит имел больший выход кормовых единиц (на 0,3 ц/га), но данное различие недостоверно.

Деятельность ризосферы и микроорганизмов на поверхности корней оказывает большое влияние на поглощение питательных веществ и рост растений. В связи с более сильным угнетением растений люпина в вариантах с инокуляцией семян препаратом сапронит обеспеченность кормовой единицы зеленого корма овсяно-люпиновой смеси на 0,2-7,6 г была ниже, чем без инокуляции (табл.3).

**Таблица 2. Выход кормовых единиц из зеленой массы овсяно-люпиновых смесей, используемых на зеленый корм, в зависимости от бактериализации семян люпина сапронитом, ц/га**

Вид ценоза	Доза азота, кг/га	Без инокуляции			Инокуляция сапронитом		
		1998 г.	1999 г.	среднее	1998 г.	1999 г.	среднее
Люпин - 100%	0	22,5	10,7	16,6	23,0	10,8	16,9
Смесь							
67+33	0	21,7	7,7	14,7	20,0	8,1	14,1
67+33	17	25,2	9,0	17,1	22,5	10,3	16,4
67+33	34	30,1	8,9	19,5	27,8	9,1	18,5
67+33	51	30,6	9,0	19,8	30,6	8,8	19,7
в том числе люпин							
67+33	0	6,1	2,5	4,3	3,9	2,6	3,3
67+33	17	5,6	2,8	4,2	3,3	2,9	3,1
67+33	34	6,5	1,9	4,2	3,7	1,7	2,7
67+33	51	5,4	1,4	3,4	2,5	1,4	2,0

**Таблица 3. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином овсяно-люпиновых смесей в зависимости от дозы минерального азота и бактериализации семян люпина сапронитом, г/к. ед.**

Вид ценоза	Доза азота, кг/га	Без инокуляции			Инокуляция сапронитом		
		1998 г.	1999 г.	среднее	1998 г.	1999 г.	среднее
67+33	0	96,8	103,9	100,4	95,0	98,8	96,9
67+33	17	99,2	111,1	105,2	88,9	106,8	97,9
67+33	34	106,3	101,1	103,7	97,1	109,9	103,5
67+33	51	107,8	111,1	109,4	101,3	102,3	101,8

### Выводы

Инокуляция семян люпина биопрепаратом сапронит (штамм клубеньковых бактерий *R. lupini* 1422) обеспечила высокую эффективность получения зеленого корма при возделывании в монокультуре.

Однако бактериализация семян люпина, используемых для посева в смеси с овсом, неэффективна по влиянию на формирование урожайности зеленой массы из-за усиления под воздействием биологически ассимилированного азота конкурентоспособности овса и снижения конкурентоспособности люпина.

Аналогичное изменение конкурентных отношений компонентов смеси наблюдается и от увеличения доз вносимого минерального азота.

### Литература

1. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения, Т. 2. / Д.Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – 492 с.
2. Литвинов, В.Н. Выращивание кормовых культур в смешанных посевах / В.Н. Литвинов, А.М. Бакменов, С.И. Иманов. – Душанбе, 1979. – 52 с.
3. Рышкель, И.В. Сравнительная продуктивность новых сортов зернобобовых культур и приемы повышения их урожайности в условиях центральной зоны Беларуси: автореф. ... дисс. канд. с.-х.

- наук: 06.01.09 / И.В. Рышкель; РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2008. – 20 с.
4. Такунов, И.П. Люпин в земледелии России / И.П. Такунов. – Брянск: «Придесенье», 1996. – 372 с.
  5. Virtanen, A.I. Sammodling av mais pelusker in Finland / A.I. Virtanen // Lautmannen. – 1937. – Vol. 21. – № 17. – P. 17-23.
  6. Прохоров, В.Н. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов (поликультура в растениеводстве) / В.Н. Прохоров, Н.А. Ламан, К.Г. Шашко, В.М. Кравченко. – Минск: Право и экономика, 2005. – 370 с.
  7. Лопатина, Г.В. Питание небобовых растений азотистыми корневыми выделениями бобовых при их совместном произрастании / Г.В. Лопатина. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 180 с.
  8. Чернобривенко, С.И. Биологическая роль растительных выделений и межвидовые взаимоотношения в смешанных посевах / С.И. Чернобривенко. – М.: Советская наука, 1956. – 217 с.
  9. Ламан, Н.А. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1996. – 101 с.
  10. Разумов, В.А. Массовый анализ кормов: Справочник / В.А. Разумов. – М.: Колос, 1982. – 176 с.
  11. Мальчевская, Е.Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е.Н. Мальчевская, Г.С. Миленькая. – Мн.: Ураджай, 1981. – 143 с.
  12. Мильто, Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н.И. Мильто. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 296 с.

### Summary

#### **Chirik D. Dependence of Oak-Lupine Mixture Yield from Inoculation of Lupine Seeds by Saponite Preparation**

Inoculation of lupine seeds by saponite preparation, stock culture of legume bacteria *R. lupini* 1422, while growing pure, provided yield increase of green fodder on the level of 7.5 c/ha. Bacterization of seeds of leguminous component in composition of binary mixture with oak of Asilak grade is non-effective due to raise of oak competitiveness and reduction of lupine competitiveness. At this competitiveness grow of oak plants in agrophytocenosis was observed not only due to application of biologically assimilated nitrogen, but also due to application of mineral nitrogen.

Поступила 26 мая 2009 г.