

Е. И. Исаева, кандидат сельскохозяйственных наук;
А. И. Артюхов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт люпина,
(241524, Брянская область, п. Мичуринский, ул. Березовая д. 2,
lupin_mail@mail.ru)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО И СОИ В РАЗНОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Исследования проводили на серой лесной почве юго-запада Нечерноземной зоны Брянского региона стационарного опыта НИИ люпина в 2009-2012 гг. с целью изучения продуктивности и основных кормовых показателей зерновой продукции люпина узколистного и сои в разноротационных севооборотах при разных технологиях возделывания. Схема опыта включала 6 севооборотов (яровой рапс – люпин/соя, яровой рапс – люпин/соя – ячмень, рапс яровой – люпин/соя – ячмень – рапс озимый – люпин/соя – яровая пшеница). Каждое чередование культур в севообороте изучали на фоне трех технологических схем (альтернативной, умеренной, интенсивной), отличающихся по степени химизации. Во всех севооборотах люпин узколистный в отличие от сои не реагировал на интенсификацию технологии, показывая высокую продуктивность даже при альтернативной технологии возделывания. Люпин узколистный, как культуру северного экотипа, можно возделывать в любых почвенно-климатических условиях, в том числе и в северных регионах России, получая в севооборотах высококонцентрированное белком растительное сырье с минимальными затратами энергии на его производство.

Ключевые слова: Севообороты, адаптация культур, технологии возделывания, урожайность, переваримый протеин (ПП), энергоемкость продукции.

E.I. Isaeva, Candidate of Agricultural Sciences;
A.I. Artyukhov, Doctor of Agricultural Sciences, professor;
FSBSI All-Russian Research Institute of Lupin (Lupinus),
(241524, Bryansk region, v.Michurinsky, Berezovaya Str., 2,
lupin_mail@mail.ru)

REALIZATION OF PRODUCTIVE POTENTIAL OF LUPINE (LUPINUS ANGUSTIFOLIUS) AND SORGHUM IN DIFFERENT CROP ROTATIONS

USING VARIOUS CULTIVATING TECHNOLOGIES

The research of lupine was carried out on grey forestry soil of south-west of Non-Blacksoil of Bryansk region in 2009-2012 to study productivity and basic forage traits of lupine (*Lupinus angustifolius*) grain and soybean in different crop rotations using various cultivating technologies. The scheme of the experiment consisted of 6 crop rotations (spring rape-lupine (soybean); spring rape-lupine (soybean)-barley; spring rape-lupine (soybean)-barley-winter rape-lupine (soybean)-spring wheat). Each rotation of crops was studied on the background of three technological schemes (alternative, reasonable, intensive) which differ in application of chemicals. In all crop rotations lupine didn't react on intensification of technologies, showing high productivity even under alternative cultivating technology. Lupine (*Lupinus angustifolius*) as a crop of northern ecotype can be cultivated in different soil-climatic conditions, in northern parts of Russia, receiving plant raw material with high content of protein with minimum energy expenditures for its production.

Keywords: *crop rotation, crop adaptability, cultivating technology, productivity, digestible protein (DP), energy capacity of the product.*

Введение. Зерновые бобовые культуры, которые составляют одну из неотъемлемых частей альтернативных систем земледелия, можно рассматривать как фактор биологической интенсификации растениеводства, повышающих эффективность средообразующих процессов, ведущих к росту продуктивности с наименьшими затратами, что при относительно низком уровне государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей приобретает особую актуальность [1, 2, 3]. Это связано с их способностями использовать свободный азот из воздуха благодаря клубеньковым бактериям и мобилизовать труднодоступные для других культурных растений соединения фосфора [4, 5, 6].

Адаптивное растениеводство предполагает в первую очередь правильный подбор культурных видов растений и только потом их сортов.

Примерно 20% территории России по почвенно-климатическим условиям подходит для эффективного производства сои. Всю оставшуюся территорию России можно использовать для производства трех видов люпина.

Испытываемые севообороты насыщены высокобелковыми и масличными культурами, имеющими растущий платежеспособный спрос на мировом и внутреннем рынке зерна и высокую чистую прибыль с гектара выращивания.

Целью наших исследований является изучение продуктивности и основных

кормовых показателей зерновой продукции люпина узколистного и сои в разноротационных севооборотах при разных технологиях возделывания.

Материалы и методы. Почва – серая лесная легкосуглинистая, среднеокультуренная: $pH_{KCl} - 5.8-6.0$; содержание подвижных: P_2O_5 (по Кирсанову) – 275-285, K_2O (по Масловой) – 211-224 мг/кг почвы, гумуса – 3,1-3,2%. Работу по изучению продуктивности люпина и сои проводили в многолетнем стационарном опыте, заложенном в 2006 году во ВНИИ люпина. Исследовали шесть севооборотов со следующим чередованием культур;

1. яровой рапс – люпин;
2. яровой рапс – соя;
3. яровой рапс – люпин – ячмень;
4. яровой рапс – соя – ячмень;
5. рапс яровой – люпин – ячмень – рапс озимый – люпин – яровая пшеница;
6. рапс яровой – соя – ячмень – рапс озимый – соя – яровая пшеница.

Каждый вариант чередований изучается на фоне трех технологических систем возделывания культур отличающихся по степени химизации:

1. альтернативная – полное отсутствие внесения минеральных удобрений, первичная защита растений; протравливание, агротехнические способы борьбы с сорняками (довсходовое и послевсходовое боронование поперек посева);

2. умеренная – система удобрений - на 1 га д. в, люпин – K_{30} , соя – $P_{30}K_{60}$, система защиты; протравливание семян перед посевом, внесение почвенного гербицида, агротехнические способы борьбы с сорняками (послевсходовое боронование поперек посева), внесение фунгицидов и инсектицидов;

3. интенсивная - система удобрений - на 1 га д. в.; люпин – K_{60} , соя – $P_{60}K_{120}$, система защиты – применение полного спектра защитных мероприятий от болезней, вредителей, сорных растений.

В севооборотах возделываются узколистный люпин Снежеть, соя Свапа.

Размер делянки 1-го порядка (чередование) – 696 м², размер делянки второго порядка (степень химизации) – 232 м². Учетная площадь делянки – 150 м². Повторность в опыте четырехкратная.

Результаты. При сравнительно высокой обеспеченности почвы питательными веществами люпин узколистный практически не реагировал на интенсификацию технологии возделывания, отзываясь незначительными достоверными прибавками по урожайности, при увеличении степени химизации в 1,5, 1,4, 1,1 ц/га в двухпольном, трехпольном и шестипольном севооборотах соответственно. Наибольшая прибавка была

получена на умеренно-интенсивной технологии в 2009 году – 2,9 ц/га в трехпольном севообороте. Дальнейшее увеличение степени химизации приводило или к очень незначительному увеличению урожайности, или к некоторому снижению данного показателя. В экстремальных условиях засухи 2010 года данная культура также проявила инертность к минеральному питанию, несмотря на утверждение, что применение минеральных удобрений на 10 - 20% снижает расход воды на образование единицы урожая. Особенно эффективны в этом отношении калийные и фосфорные удобрения, которые оказывают влияние на эффекты транспирации даже в засушливые годы [7]. На фоне K_{30} и K_{60} значительного увеличения урожайности не происходило, по сравнению с альтернативной технологией. Прибавки были в диапазоне 1,3-2,5 ц/га. То есть даже в стрессовых погодных условиях, при довольно слабом развитии корневой системы, люпин узколистный не предпочитает минеральный тип питания, а довольно эффективно обеспечивает себя элементами питания, находящимися в почве, в легко и труднодоступной форме, что доказывает довольно высокая продуктивность на контрольном варианте (альтернативная технология).

Урожайность люпина в большей степени зависела от метеоусловий (табл. 1). В 2010 году недостаток осадков и высокая температура воздуха в период «бутанизация – цветение» вызвали опадение завязей и снижение бобообразования. В 2012 году позднее наступление весны и майская засуха снизили полевую всхожесть и выживаемость растений. Метеорологические условия 2009, 2011 гг. были благоприятными для получения высокого урожая во всех вариантах.

Соя показала иные тенденции по урожайности. Данная культура четко реагировала достоверными прибавками урожайности при возделывании во всех севооборотах при интенсификации технологий и показывала экстремально низкую продуктивность при альтернативной технологии возделывания (табл. 1). В 2012 году были получены математически обоснованные прибавки 4,6, 3,7, 5,2 ц/га в разноротационных севооборотах на умеренно-интенсивной технологии. В 2010 году соя также обеспечила достоверные прибавки 3,2, 1,5 ц/га (табл. 1).

1. Урожайность люпина узколистного и сои в разноротационных севооборотах на трех технологиях возделывания, ц/га (2009-2012 гг.)

Технологии	Севообороты		
	рапс яровой - люпин/soя	рапс яровой - люпин/soя-ячмень	рапс яровой – люпин/soя – ячмень – рапс озимый – люпин/soя – яровая пшеница

	2009	2010	2011	2012	среднее	2009	2010	2011	2012	среднее	2009	2010	2011	2012	среднее
люпин узколистый Снежеть															
Альтернативная	19,7	10,1	19,3	8,7	14,5	20,9	9,3	19,6	8,4	15,0	17,7	9,0	19,2	9,1	14,0
умеренная	22,6	11,4	20,5	10,2	16,2	22,1	10,9	20,5	9,8	16,0	20,8	9,7	20,6	10,6	15,4
Интенсивная	22,9	12,5	20,3	10,7	17,0	25,0	10,7	20,9	9,7	17,0	20,6	10,3	22,0	9,8	16,0
соя Свапа															
Альтернативная	9,8	5,4	8,0	5,9	7,3	11,0	3,0	8,8	6,8	7,4	10,7	6,2	8,6	6,05	7,9
умеренная	15,6	8,6	15,0	10,5	12,4	15,9	6,9	14,4	10,5	11,9	15,1	11,2	17,8	11,2	13,8
Интенсивная	14,7	10,1	15,6	10,6	12,8	14,6	10,2	17,4	10,9	13,3	15,2	11,6	16,8	10,3	13,5
*НСР ₀₅	$\frac{1,6}{0,6}$	$\frac{0,3}{2,2}$	$\frac{1,4}{1,74}$	$\frac{0,38}{2,2}$		$\frac{1,6}{0,65}$	$\frac{0,3}{1,6}$	$\frac{1,4}{1,66}$	$\frac{0,74}{1,0}$		$\frac{0,46}{1,5}$	$\frac{0,34}{2,9}$	$\frac{1,26}{0,89}$	$\frac{1,0}{0,56}$	

Примечание: числитель – наименьшая существенная разность по люпину; знаменатель – наименьшая существенная разность по сое.

Стоит отметить, что четырехлетняя динамика урожайности как люпина, так и сои не показала резких перепадов в зависимости от количества полей севооборота. С агрономической точки зрения все севообороты пригодны для возделывания данных культур.

В таблице 2 представлен выход переваримого протеина с гектара как одного из основных показателей для животноводов, а также затраты энергии (энергетическая себестоимость) для получения 1 центнера зерна у люпина узколистного и у сои.

Люпин узколистый обеспечивал больший выход переваримого протеина с гектара, чем соя. По всем севооборотам у сои сбор его с 1 гектара, был на уровне 191,9, 189,9, 195,1 кг/га, при том, что по люпину выход его с гектара альтернативной технологии составлял 486,2, 482,2, 490,7 кг/ га. То есть разница составляла более чем в два раза.

С точки зрения потока энергии, в зерновых севооборотах люпин узколистый в структуре оказался энергетически выгоднее, чем соя. По всем севооборотам и технологиям коэффициент энергетической эффективности производства зерна с гектара выше или равен единице, чего нельзя сказать о сое.

Четко прослеживается закономерность наиболее эффективного использования энергии при умеренно интенсивной технологии возделывания как по люпину, так и по сои.

Альтернативной технологии возделывания люпина также соответствуют высокие показатели использования энергии, поскольку люпин узколистый показывает высокие

урожаи даже с более низкой энергетической себестоимостью, чем на умеренной и интенсивной технологиях (840,7 и 846,6 МДж/ц).

Для возделывания сои альтернативная технология оказалась вовсе невыгодной с энергетической точки зрения. Ни в одном севообороте не удалось покрыть затраты энергии пошедшей на возделывание, энергией, накопленной в урожае. В двухпольном севообороте $K_{ЭЭ} = 0,6$, в трехпольном, $K_{ЭЭ} = 0,56$.

В целом по всем севооборотам отмечается общая тенденция снижения энергетической эффективности при переходе к интенсивной технологии. И если при возделывании люпина это происходит на уровне простого воспроизводства $K_{ЭЭ} = 1$, то выращивать сою по интенсивной технологии нецелесообразно вовсе $K_{ЭЭ} = 0,8, 0,9$ при себестоимости – 1153,9, 1089 МДж/ц.

2. Кормовая ценность и энергетическая эффективность производства зерна люпина узколистного и сои (2009-2012 гг.)

Технологии	Севообороты								
	рапс яровой - люпин/соя			рапс яровой - люпин/соя - ячмень			рапс яровой – люпин/соя – ячмень – рапс озимый – люпин/соя – яровая пшеница		
	выход ПП, кг/га	энергетическая себестоимость, 1 ц зерна, МДж	$K_{ЭЭ}$	выход ПП, кг/га	энергетическая себестоимость, 1 ц зерна, МДж	$K_{ЭЭ}$	выход ПП, кг/га	энергетическая себестоимость, 1 ц зерна, МДж	$K_{ЭЭ}$
люпин узколистный с. Снежить									
альтернативная	486,2	840,7	1,2	482,2	841,0	1,09	490,7	841,3	1,2
Умеренная	512,5	846,6	1,3	499,9	848,1	1,2	502,3	847,8	1,25
интенсивная	523,4	877,2	1,0	534,1	879,1	1,05	536,8	876,8	1,0
соя с. Свапа									
альтернативная	191,9	1373,7	0,6	191,9	1368,9	0,56	195,1	1370,2	0,6
Умеренная	314,9	957,6	1,2	314,9	962,1	1,3	318,9	952,3	1,2
интенсивная	328,9	1153,9	0,8	328,9	1151,6	0,8	353,6	1089,6	0,9

Таким образом, проведенные исследования показывают преимущество возделывания люпина узколистного в условиях юго-запада Нечерноземной зоны России, как средообразующего компонента, повышающего общую продуктивность, кормовую ценность и энергетическую эффективность гектара севооборотной площади, при минимальных затратах.

Литература

1. *Артюхов, А.И.* Эффективность биологизированных технологий возделывания культур зернопропашного севооборота/А.И. Артюхов// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. - №2. – С.16-19.
2. *Каштанов, А.Н.* Место и роль севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии // Севооборот в современном земледелии/А.Н. Каштанов. – М., 2004. – 24с.
3. *Артюхов, А. И.* Использование адаптационных возможностей культур северного экотипа для создания короткоротационных севооборотов/ А.И. Артюхов, Е. И. Исаева//Кормопроизводство. – 2010. - № 9. – С. 34-37
4. *Задорин, А.Д.* Средообразующая роль зернобобовых культур/ А.Д. задорин, А.П. Исаев, А.П. Лапин. – Орёл, 2003. – 127 с.
5. *Яговенко, Л. Л.* Продуктивность люпина в зависимости от срока возврата его в севооборот/ Г. Л. Яговенко, Е. И. Исаева// Земледелие. – 2008. - №2. – С. 33-35
6. *Воробьёв, С.А.* Севообороты интенсивного земледелия/ С.А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 368 с.
7. *Бадина Г.В.* Возделывание бобовых культур и погода/ Г.В. Бадина. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. –111с.

Literature

1. *Artyukhov, A.I.* Efficiency of biological methods of crop cultivation of row crop rotation/ A.I. Artyukhov // Reports of Russian Academy of agricultural sciences. – 2002. - №2. – P.16-19.
2. *Kashtanov, A.N.* Significance of crop rotation in adaptive agriculture/ A.N. Kashtanov // Crop rotation in present agriculture. – М., 2004. –24p..
3. *Artyukhov, A.I.* Use of adaptive possibilities of the cultures of northern eco type for breeding of short-term crop rotations/ A.I. Artyukhov, E.I. Isaeva//Forage production. – 2010. - № 9. – P. 34-37
4. *Zadorin, A.D.* Environment forming function of leguminous crops/A.D. Zadorin, A.P. Isaev, A.P. Lapin.– Orel, 2003. – 127 p.
5. *Yagovenko, L.L.* Productivity of lupine depending on the term of its return into crop rotation/ L.L. Yagovenko, E.I. Isaeva// Agriculture. – 2008. - 2008. - №2. – P. 33-35
6. *Vorobiev, S.A.* Crop rotations of intensive agriculture/ S.A. Vorobiev.– М.: kolos, 1979. – 368 p.
7. *Badina, G.V.* Cultivation of leguminous crops and weather/ G.V. Badina. – L.: Gidrometeoizdat, 1974. –111p.