

## РАЗНОРОТАЦИОННЫЕ СЕВОБОРОТЫ С ЛЮПИНОМ И СОЕЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ПОЛЕВОМ КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Е. И. ИСАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

А. И. АРТЮХОВ, доктор сельскохозяйственных наук

ВНИИ люпина

E-mail: lupin\_mail@mail.ru

*В статье анализируется хозяйственная и энергетическая эффективность разноротационных севооборотов с люпином узколистным, соей, озимым и яровым рапсом в структуре, с тремя технологическими системами возделывания культур на юго-западе Нечерноземной зоны. Показано резкое снижение зерновой продуктивности и важных кормовых показателей при вводе в севооборот культур южного экотипа сои.*

**Ключевые слова:** Севообороты, обменная энергия (ОЭ), переваримый протеин (ПП), энергетическая кормовая единица (ЭКЕ), энергоёмкость продукции.

Современное сельскохозяйственное предприятие в рыночных условиях должно стремиться к организации замкнутых биогеохимических циклов биогенных веществ, сократив до минимума их экспорт из других систем. В условиях диспаритета цен на ресурсы и конечную продукцию, жесткой конъюнктуры на продовольственных рынках и вступления в мировое экономическое пространство для России жизненно необходимо дальнейшее снижение себестоимости полученных кормов, а затем продукции животноводства и птицеводства.

Современное интенсивное животноводство невозможно без использования кормовых компонентов с высокой концентрацией переваримого протеина и жира. В качестве таких компонентов, в основном, используют полножирную сою или соевый шрот, привезенный с Дальнего востока или из Бразилии за десятки тысяч километров. В последнее время в России появилась сеть соеперерабатывающих предприятий, это породило платежеспособный спрос на соевые кормовые продукты и, следовательно, стремительный рост посевных площадей сои. Началась часто необоснованная интродукция культуры теплого муссонного климата — сои в северные агроклиматические районы. Адаптивное растениеводство предполагает в первую очередь правильный подбор культурных видов растений и только потом их сортов [1]. Человечество имеет еще одну культуру с аналогичными сое питательными свойствами — это люпин, экструдированная смесь которого с небольшим добавлением рапса способна полностью заменить по питательности полножирную сою [2]. Примерно 15% территории России по почвенно-климатическим условиям подходят для эффективного производства сои. Всю оставшуюся территорию России можно использовать для производства трех видов люпина.

**Методика исследований.** Исследования проводились в стационарном опыте, заложенном в 2006 году в ГНУ ВНИИ люпина, на серой лесной легкосуглинистой почве юго-запада Нечерноземной зоны. Агрохи-

мическая характеристика пахотного слоя до закладки опыта:  $pH_{KCl}$  — 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%.

Схемы изучаемых севооборотов следующие:

1. Яровой рапс — люпин
2. Яровой рапс — соя
3. Яровой рапс — люпин — ячмень
4. Яровой рапс — соя — ячмень
5. Яровой рапс — люпин — ячмень — озимый рапс — люпин — яровая пшеница
6. Яровой рапс — соя — ячмень — озимый рапс — соя — яровая пшеница.

Каждый вариант чередований изучался 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. Умеренно-интенсивная — система удобрений на 1 га д. в.: яровой рапс —  $N_{75}$ , люпин —  $K_{30}$ , соя —  $P_{30}K_{60}$ , ячмень —  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , яровая пшеница —  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ; система защиты — протравливание семян перед посевом, внесение почвенного гербицида (зернобобовые), противозлакового гербицида (яровой рапс), агротехнические способы борьбы с сорняками (послевсходовое боронование поперек посева), внесение фунгицидов и инсектицидов.

3. Интенсивная — система удобрений на 1 га д. в.: яровой рапс —  $N_{150}$ , люпин —  $K_{60}$ , соя —  $P_{60}K_{120}$ , ячмень —  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , яровая пшеница —  $N_{120}P_{60}K_{60}$ ; система защиты — применение полного спектра защитных мер от болезней, вредителей, сорных растений для каждой культуры севооборотов.

В севооборотах возделывались узколистный люпин Снежень, соя Свапа, яровой рапс Подмосковный, озимый рапс Северянин, ячмень Раушан и яровая пшеница Ирень.

Размер делянки 1-го порядка (чередование) — 696 м<sup>2</sup>, размер делянки второго порядка (степень химизации) — 232 м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянки 150 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

**Результаты исследований.** Исследования показали рост продуктивности гектара севооборотной площади при увеличении времени ротации севооборота как в севооборотах с люпином, так и с соей (табл. 1, 2). Наибольшая разница наблюдалась в умеренной системе химизации при переходе от двухпольных севооборотов к трехпольным — 0,8–0,6 тонн зерна, 730,8–232,4 ЭКЕ.

В зернофуражных фондах, создаваемых на основе злаковых и других культур с недостаточным уровнем содержания переваримого протеина, в большинстве зон и районов страны выявляется довольно значительный белковый дефицит.

При средней необходимой зоотехнической норме в пределах 100–120 грамм переваримого протеина в энергетической кормовой единице его реальное содержание в зерне кукурузы составляет 59, ячменя — 70, овса — 83 грамма в среднем [3]. В то же время в зерновой продукции узколистного люпина среднее содержание переваримого протеина составляет около 215 г/ЭКЕ. Соя также отличается достаточно высоким содержанием переваримого протеина в 1 ЭКЕ (в среднем 168,0–178,9 грамм), но уступает кормовому люпину по данному показателю не потому, что в ней меньше белка, а потому, что она помимо этого содержит еще до 20 % жира.

По обеспеченности переваримым протеином одной энергетической кормовой единицы двухпольные севообороты с люпином и соей превосходили трехпольные и шестипольные. Наибольшая разница приходилась на умеренную технологию возделывания культур и составила 48,4–46,0 г в севооборотах с люпином и 49,1–32,9 г в севооборотах с соей.

По реальным возможностям получения общего количества зерновой продукции и суммарного фактического выхода энергетических кормовых единиц, а также обеспеченности переваримым протеином 1 ЭКЕ, севообороты с люпином намного превосходили равнозначные с соей. По выходу энергетических кормовых единиц превышение составило 28–52 %, по обеспеченности энергетической кормовой единицы переваримым протеином — 23–27 %.

При постоянно возрастающей стоимости энергоносителей стало необходимым проводить оценку севооборотов по энергетической эффективности, при которой должны учитываться энергетические затраты на возделывание культур или использование технологического приема и энерго содержание урожая, выявляться степень окупаемости энергозатрат.

Для оптимизации потока энергии в агроэкосистеме, наиболее выгодной оказывается умеренно-интенсивная технология возделывания как в севооборотах с люпином, так и соей. Выход полезной энергии с 1 га пашни здесь наибольший: 19,6–24,8–28,1 и 13,2–16,3–24,6 ГДж/га, что подтверждает и биоэнергетическая эффективность 1 гектара севооборотной площади.

Альтернативная технология в чередованиях с люпином также показала высокий уровень выхода полезной энергии, что еще раз подтверждает высокую средообразующую роль этой культуры, которая позволила даже при полном отсутствии минеральных удобрений и лишь первичной защите растений получить высокие энергетически оправданные урожаи.

## 1. Агроэнергетическая эффективность разноротационных севооборотов с люпином узколистным, 2006–2011 гг.

Технологии	Выход с 1 га севооборотной площади			Содержание переваримого протеина, ЭКЕ/г	Энергоемкость 1 т зерна, ГДж	Биоэнергетическая эффективность 1 га пашни (КПИ)
	зерна, т	ЭКЕ, шт.	нетто энергии, ГДж			
яровой рапс — люпин						
альтернативная	1,4	1758,1	14,2	172,6	7,9	2,3
умеренная	1,7	2230,0	19,6	174,7	7,6	2,5
интенсивная	1,8	2297,0	14,6	170,7	10,5	1,8
яровой рапс — люпин — ячмень						
альтернативная	1,8	2208,9	15,2	133,8	7,1	2,4
умеренная	2,5	2960,8	24,8	126,3	6,3	2,6
интенсивная	2,6	3000,3	21,3	125,4	8,5	2,0
яровой рапс — люпин — ячмень — озимый рапс — люпин — яровая пшеница						
альтернативная	1,9	2301,5	19,8	128,8	7,5	2,4
умеренная	2,5	2941,6	28,1	128,7	7,1	2,6
интенсивная	2,8	3170,1	25,7	127,9	7,2	2,3

## 2. Агроэнергетическая эффективность разноротационных севооборотов с соей, 2006–2011 гг.

Технологии	Выход с 1 га севооборотной площади			Содержание переваримого протеина, ЭКЕ/г	Энергоемкость 1 т зерна, МДж	Биоэнергетическая эффективность 1 га пашни (КПИ)
	зерна, т	ЭКЕ, шт.	нетто энергии, ГДж			
яровой рапс — соя						
альтернативная	0,8	1172,6	1,4	110,4	14,3	0,9
умеренная	1,3	1883,4	13,2	143,6	10,2	1,9
интенсивная	1,4	1959,2	8,7	142,5	13,5	1,5
яровой рапс — соя — ячмень						
альтернативная	0,9	1300,2	1,3	83,3	14,2	0,98
умеренная	1,9	2416,8	16,3	94,5	8,8	2,0
интенсивная	2,2	2599,9	15,3	100,7	9,5	1,8
яровой рапс — соя — ячмень — озимый рапс — соя — яровая пшеница						
альтернативная	1,3	1926,6	16,0	106,1	10,9	1,4
умеренная	2,0	2649,2	24,6	110,7	8,2	2,3
интенсивная	2,1	2941,3	21,6	89,4	9,7	2,0

В севооборотах с соей подобной тенденции не наблюдается. Двухпольные и трехпольные севообороты при альтернативной технологии возделывания вообще не возмещают затраченной энергии: КПИ = 0,90–0,98. После люпина в трехпольном севообороте ячмень выглядит нормально и обеспечивает получение 20 ц/га зерна без удобрений и защиты, в то время как после сои его урожайность около 9 ц/га. В данном сравнении

## Литература

1. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. — Кишинёв, 1990. — 432 с.
2. Артюхов А. И. Рациональные подходы к решению проблемы белка // Сельское хозяйство, 2011. — № 18. — Стр. 41–43.
3. Задорин А. Д., Терехов А. И., Шумилин П. И. Пути увеличения производства зернобобовых культур в центральных районах России // Вестник РАСХН. — 1997. — № 3. — Стр. 32–34.

### Variable crop rotations with lupine and soybean and their efficiency in field fodder production

E. I. Isaeva, A. I. Artyukhov

The article analyzes economic and power efficiency of variable crop rotations with narrow-leaved lupine, soybean, winter and spring rape in a structure with three technological systems of crop cultivation in the South-West of the Non-Chernozem zone. The dramatic decrease of grain productivity and main fodder indexes at inclusion of soybean as a south ecotype crop in crop rotation is shown.

**Key words:** crop rotation, metabolic energy (ME), digestible protein (DP), energy feed unit (EFU), power-consuming production

## Информация о люпине

### ЛЮПИН

**Люпин** (лат. *Lupinus*) — род растений из семейства бобовых. Представлен однолетними и многолетними травянистыми растениями, полукустарничками, полукустарниками, кустарниками.

Название этого растения происходит от латинского слова *Lupus* (что означает волк). Согласно древним легендам, из люпина готовили специальное средство для превращения в волка. Народные же предания говорят о том, что это имя ему дали за способность выживать на любых землях при любых погодных условиях. (Сайт [www.ukragroconsult.com](http://www.ukragroconsult.com))

**Биологическое описание.** Корневая система стержневая. Может достигать глубины 1–2 м. На корнях расположены клубеньки бактерий *Rhizobium lupini*, фиксирующие азот из воздуха, переводя его в связанное состояние. Стебли травянистые или деревянистые, в различной степени облиственные. Ветви прямостоящие, оттопыренные или стелющиеся.

Листья очерёдные, пальчато-сложные, на длинных черешках, сочленённых со стеблем мясистой листовой подушкой с удлинёнными прилистниками.

Соцветие — многоцветковая верхушечная кисть. Цветки расположены очерёдно, полумутовчато или мутовчато.

Цветок зигоморфный. Парус (округлый или овальный) посередине выпрямленный, обе половины его сильно отогнуты назад и до открытия цветка плотно прикрывают остальные лепестки (внутри него находятся крылья и лодочки).

Окраска венчика цветка разнообразная, однотонная или пёстрая, чаще всего синяя. Чашечка двугубая, надрез губ глубокий, достигает почти самого основания чашечки, режет её пополам.

Прицветник одиночный, расположен в основании цветочной почки, под чашечкой, обычно очень рано опадающий. Величина и форма прицветника крайне разнообразны. По консистенции прицветники бывают от нежно-плёчатых прозрачных до плотных грубокожистых. Окраска прицветников различная: кремовая, салатная, зелёная с антоцианом и тёмно-антоциановая, почти чёрная.

Тычинки однобратственные, с некоторой тенденцией к переходу в двубратственные. Все десять тычинок внизу срастаются тычиночными нитями в цельную трубку, вверху свободные. Однако одна из тычинок несколько изолирована от остальных. Тычиночные нити в свободной части к верхушке несколько утолщены; пять из них, противоположные чашелистикам, сначала длиннее остальных, потом — все нити одинаковой длины.

Пыльники диморфные по форме и величине: противоположные чашелистикам (пыльники верхнего яруса) — более крупные и удлинённые; противоположные лепесткам (пыльники нижнего яруса) — более мелкие, округлопочковидные. И те, и другие пыльники прикрепляются к тычиночным нитям своими основаниями. Пыльцевые зёрна в обеих группах пыльников одинаковой величины и формы, треугольные, по поверхности мелкоячеистые.

Завязь свободная, сидячая, с двумя или несколькими семяпочками; столбик круглый, изогнутый кверху, голый; рыльце головчатое, покрытое многочисленными сосочками, окружено венцом довольно твёрдых волосков.

Семяпочка кампилотропная, имеет один или два интегумента, из которых внешний развит значительно сильнее, тогда как внутренний состоит только из двух клеточных слоев и очень мало заметен.

Боб кожистый, линейный или слабо согнутый, несколько сдавленный, реже слегка вальковатый. Поверхность бобов неровная, часто с выдающимися жилками, окраска кремовая, коричневая или чёрная.

Семена очень разнообразны по величине, форме и окраске. Поверхность семян гладкая или мелкоячеистая. При прорастании семени семядоли выходят из почвы и, зеленея, переходят в семядольные листья, которые снабжены устьицами. Первичные настоящие листья, невидимые до прорастания, очерёдные. Первичные листья чаще пальчатые, реже тройчатые[1].

Продолжение на с. 16.