

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА

*Л.В. Тиранова, к.с.-х.н., Новгородский НИИСХ, Е.А Тиранов, Новгородский ГУ им. Ярослава Мудрого*

Показано, что применение в короткоротационных полевых севооборотах с насыщенностью бобовыми культурами 20 % органических удобрений растительного происхождения: соломы зерновых, зеленой массы сидеральных паров ( викоовсяной смеси, люпина узколистного) и промежуточных озимых культур (рожь и рапс) обеспечивает в пахотном слое почвы за ротацию севооборота прирост гумуса, что позволяет получать повышенную урожайность экологически безопасной сельскохозяйственной продукции с удельной энергоёмкостью производства менее 3 ГДж/т к. ед.

**Ключевые слова:** севооборот, продуктивность, органические удобрения растительного происхождения, баланс гумуса, энергоёмкость.

Для современного земледелия характерны резкое сокращение применения минеральных и органических удобрений, значительное ухудшение основных показателей плодородия почв и, в конечном итоге, их деградация. В этой связи биологические приемы воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв: включение в севообороты занятых и сидеральных паров, азотфиксирующих бобовых культур; использование на удобрение нетоварной части урожая (солома, стебли), промежуточных посевов на зеленое удобрение при оптимальном их сочетании с техногенными факторами (применение минеральных удобрений, средств защиты растений и т. д.) должны обеспечить сохранение плодородия почвы и получение высоких урожаев возделываемых культур.

Цель исследований – разработать наиболее рациональное сочетание применения органических удобрений растительного происхождения в севооборотах при оптимальном их сочетании с умеренными дозами минеральных удобрений под возделываемые культуры, обеспечивающее повышение плодородия почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур.

**Методика.** Исследования проводили в 2006-2010 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве средней степени окультуренности с мощностью пахотного слоя 0-20 см. Перед закладкой опыта в пахотном слое почвы содержалось: гумуса 2,9-4,0 %, подвижного фосфора по Кирсанову 32,1-45,0 мг, обменного калия по Кирсанову 23,3-27,5 мг/100 г почвы, pH<sub>соль</sub> 6,0-6,5.

В опыте изучали четыре модели пятипольных полевых севооборотов с насыщенностью бобовыми культурами 20 %:

1. Викоовсяная смесь (сидерат); озимая рожь + солома\*; картофель; ячмень + солома\* + озимая рожь на сидерат; овес + солома\*. 2. Викоовсяная смесь (з/м); озимая рожь + солома\*; картофель; ячмень + солома\* + озимый рапс на сидерат; овес + солома\* + озимая рожь на сидерат. 3. Люпин (сидерат); озимая рожь + солома\*; картофель; ячмень + солома\* + озимая рожь на сидерат; овес + солома\*. 4. Люпин (з/м); озимая рожь + солома\*; картофель; ячмень + солома\* + озимый рапс на сидерат; овес + солома\* + озимая рожь на сидерат.

(\*Солома на удобрение.)

Под культуры вносили умеренные дозы минеральных удобрений – N<sub>51</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в среднем за ротацию. Опыт закладывали в 4-кратной повторности, общая площадь делянки 100 м<sup>2</sup>, учетная 64 м<sup>2</sup>, размещение вариантов в повторениях – рендомизированное. Для проведения исследований использовали районированные сорта сельскохозяйственных культур, которые возделывали по технологиям, принятым в регионе.

Викоовсяную смесь косили в фазе образования зеленых лопаток на зеленый корм и сидерат, люпин – в фазе

переходящих бобиков. Зеленую массу сидеральных паров и промежуточных посевов озимой ржи и озимого рапса измельчали при скашивании, разбрасывали по полю и запахивали.

Солому, как альтернативное органическое удобрение, в севооборотах использовали трехкратно за ротацию. Её измельчали и равномерно распределяли по поверхности поля одновременно с уборкой зерна комбайнами с навесными измельчителями. Среднегодовая доза применяемой на удобрение соломы составила 3,0-3,3 т/га. Для оптимизации азотного питания и компенсации иммобилизованного азота по измельченной соломе зерновых дополнительно вносили по 10 кг д.в. азота на 1 т соломы. Средний ГТК за вегетацию в 2006-2010 гг. по годам составил, соответственно, 1,51; 0,97; 1,54; 2,09; 1,04.

**Результаты и их обсуждение.** Выявлено, что при насыщении почвы органическим веществом фитомассы агроценоза плотность почвы пахотного слоя к концу ротации севооборотов № 1-4 снизилась, соответственно, на 0,06; 0,04; 0,05; 0,03; г/см<sup>3</sup>. Этому способствовали используемые органические удобрения: сидераты, солома зерновых. В пересчете на азот за ротацию севооборотов с ними в почву поступило, соответственно, 62; 37; 50; 38 т стандартного навоза КРС.

Используемые органические удобрения растительного происхождения в севооборотах № 1-4 повысили содержание гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы за первую ротацию на 0,07, 0,06, 0,05, 0,05 %. Баланс гумуса почвы за первую ротацию севооборотов положительный и составил – 2,82; 2,25; 1,82; 1,90 т/га соответственно.

Интенсивность баланса за первую ротацию севооборотов по азоту 82-105 %, по калию 76-105, по фосфору 158-174 % (табл. 1). Эти данные свидетельствуют о том, что вносимые дозы органических и минеральных удобрений (с учетом связанного азота атмосферы бобовыми растениями), обеспечили вполне благоприятный баланс питательных веществ во всех исследуемых севооборотах за ротацию. Д.Н. Пришибников советовал так планировать внесение удобрений, чтобы возмещать вынос азота и калия на 75-80 %, фосфора на 100 % [1].

**1. Баланс питательных веществ в почве короткоротационных севооборотов за 1 ротацию**

№ севооборота	Баланс (±), кг/га			Интенсивность баланса, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	-15	+177	+0,9	98	167	100
2	-119	+157	-220	82	158	76
3	+3	+178	+34,2	105	174	105
4	-63	+171	-28	89	166	96

С помощью использования пакета прикладных программ для статистической обработки "АРМ СТАТ" установлена высокая логарифмическая связь между изменением энергопотенциала почвы всех исследуемых севооборотов за ротацию и поступившими в почву органическими удобрениями растительного происхождения с учетом пожнивно-корневых остатков, выраженных через энергию. Коэффициент детерминации полученного уравнения высокий – 93 % (рис.).

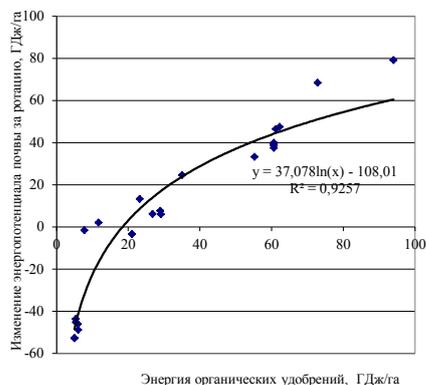


Рис. Зависимость изменения энергетического потенциала почвы исследуемых севооборотов от поступления энергии органических удобрений за ротацию

Из графика видно, что если в почву севооборотов ежегодно поступает более 20 ГДж/га энергии органических удобрений, то плодородие почвы повышается.

Установлено, что за ротацию уровень продуктивности изучаемых севооборотов № 1-4 с занятыми и сидеральными парами викоовсяной смеси и люпина узколистного повышенный, и составил 4,5; 5,0; 4,5; 4,8 т з. ед/га соответственно. Оценка уровня продуктивности проведена по общепринятым данным длительных опытов геосети [2].

Расчёты показали, что во всех исследуемых севооборотах энергоёмкость производства сельскохозяйственной продукции низкая – менее 2,8 ГДж/т к. ед., энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур по применяемым технологиям высокая – более 4,8 ед. (табл. 2).

## 2. Результаты энергоэкономической оценки короткоротационных севооборотов (в среднем за 1 ротацию 2006-2010 гг.)

Показатель	Севооборот			
	1	2	3	4
Продуктивность, т к. ед./га	5,4	6,2	5,4	5,8
Энергоёмкость, ГДж/т к. ед.	2,8	2,6	2,8	2,7
Рентабельность, %	56,7	58,7	58,0	56,3
Прирост энергетического потенциала почвы, ГДж/га	65,0	51,9	37,3	43,8
Энергетическая эффективность, ед.	4,8	5,5	4,8	5,0

Разработанная система использования органических удобрений растительного происхождения (соломы зерновых, зеленой масса промежуточных посев двух культур) в севооборотах № 2 и 4 с занятыми парами викоовсяной смеси и люпина узколистного, обеспечивает повышение продуктивности севооборотов за ротацию на 0,8; 0,4 т к. ед/га по сравнению с севооборотами с сидеральными парами № 1 и 3.

Используя кластерный анализ при нормализации исходных данных таблицы 2, получили наименьшую разницу, равную 0,66 ед. между севооборотами 2 и 4. Следовательно, указанные севообороты с занятыми парами и двумя промежуточными культурами на сидерат рекомендуются для использования сельскохозяйственными товаропроизводителями всех форм собственности.

**Заключение.** В Новгородской области Северо-Западного региона РФ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в полевые севообороты необходимо включать занятые пары бобовых и бобово-злаковых трав. В качестве органического удобрения следует использовать солому зерновых культур и зеленую массу промежуточных посевов и вносить под сельскохозяйственные культуры умеренные дозы минеральных удобрений ( $N_{51}P_{60}K_{60}$  в среднем за ротацию севооборота). Это обеспечит прирост энергетического потенциала почвы до 44 ГДж/га, повышенную продуктивность агроэкосистем более 5,8 т к. ед/га с низкой энергоёмкостью

производства продукции 2,6-2,7 ГДж/т к. ед. и высокий коэффициент энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур - более 5 ед.

### Литература

1. Прянишников Д.Н. Популярная агрохимия. – М.: Наука, 1965.
2. Литвак Ш.И. Разработка экологически безопасных систем удобрения в севооборотах. Труды ВИУА //Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии– М., 1990. – С. 28-34.

**EFFECT OF NONCONVENTIONAL FERTILIZERS ON CROP ROTATION PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY  
IN THE NORTHWESTERN REGION**

*L.V. Tiranova<sup>1</sup>, E.A. Tiranov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Novgorod Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences,  
ul. Parkovaya 2, Borki, Novgorod raion, Novgorod oblast, 173516 Russia*

*<sup>2</sup>Yaroslav Mudryi Novgorod State University, Sankt-Peterburgskaya ul. 41, Velikii Novgorod, 173003 Russia E-mail: novniptisx@yandex.ru*

*It has been shown that the application of phytogenous organic fertilizers—cereal straw, green mass of green manure crops (vetch–oat mixture and blue lupine), and intermediate winter crops (winter rye and winter rape)—in field short-term crop rotations with 20% saturation with leguminous crops ensures an increase of humus content in the plow soil layer, which allows increasing the yield of environmentally safe crops with the specific energy capacity of production less than 3 GJ/t.f.u.*

*Keywords: crop rotation, productivity, phytogenous organic fertilizers, humus balance, energy capacity.*