

## ПРИМЕНЕНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОХРИСТЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЧВ КАМЧАТКИ

*Н.М. Шалагина, к.с.-х.н., Н.И. Ряховская, д.с.-х.н., Камчатский НИИСХ*

*Приведены экспериментальные данные по эффективности применения многолетних трав на сидерат в сравнении с пластом многолетних трав, а также однолетних сидеральных культур люпина узколистного и фацелии в качестве предшественников для картофеля. Показаны положительная роль комплексного применения органоминеральных удобрений в севообороте, влияние их на урожайность культур, физические свойства почв и баланс питательных веществ.*

*Ключевые слова:* многолетние и однолетние травы, пласт многолетних трав, сидераты, удобрения, структура почвы, рыбный подпрессовый бульон, баланс питательных веществ, урожайность.

DOI:10.25680/S19948603.2018.101.15

Почвы Камчатского края имеют очень низкое естественное плодородие. За последние 2-3 года в пахотном слое сложился отрицательный баланс: -130,11 кг д.в./га полевой площади, в том числе по азоту - 45,50, по фосфору - 9,07 и калию -75,54 кг д.в./га.

Высокий отрицательный баланс питательных веществ в почве обусловлен выносом их с урожаем сельскохозяйственных культур, сорняками и другими негативными факторами. Снижение урожайности картофеля и овощей произошло из-за недостаточного внесения минеральных и органических удобрений, количество которых уменьшилось к уровню 1990 г. в 5,6 раза.

Важнейшее направление в повышении плодородия почв - введение и освоение севооборотов. В специализированных кормовых севооборотах возможно включение в структуру посевов до 60-66% многолетних трав, 25-35% злаковых (тимофеевка, овсяница луговая) и 35-40% злаково-бобовых (тимофеевка, клевер луговой). Необходимость минерализации органических остатков, накопленных многолетними травами, предполагает включение в севооборот не менее трех полей однолетних культур (однолетние травы, кормовые корнеплоды, кормовая капуста), в качестве поукосных – озимая рожь, рапс яровой [1].

В картофелеовощных севооборотах с насыщением этими культурами 40-50% посевов в целях обеспечения бездефицитного баланса гумуса, борьбы с эрозией почв целесообразно вводить 2-3 поля многолетних бобовых трав и бобово-злаковых трав с запашкой биомассы в последний год пользования. Это гораздо экономичнее внесения 100-200 т/га компоста в короткоротационных севооборотах с однолетними культурами. В севооборотах подобного типа для повышения эффективности использования экологических ресурсов и усиления защиты почв от эрозии следует предусматривать в структуре посевов около 20% сидеральных и занятых паров. Занятые пары способствуют уничтожению сорной растительности, сидеральные культуры, кроме своего прямого назначения, служат фитоочистителями, оздоравливают почвенную среду. В паровом поле представляется возможность своевременно и качественно проводить химическую мелиорацию, а с сидератами в почву вносятся 3-4 т/га сухой органической массы, мобилизуется 129-200 кг/га питательных веществ, что способствует

биологической активности почв. В качестве сидеральных культур, накапливающих за короткий срок до 250-300 ц/га зеленой массы, используют рапс яровой, редьку масличную. По оценке Камчатского НИИСХ, при выращивании картофеля по сидеральному пару энергетические затраты снижаются на 27,9-30,0% в сравнении с применением компостов.

Естественное плодородие охристых вулканических почв низкое, большая часть почв относится к кислым и среднекислым. Недостаток тепла обуславливает слабое накопление подвижных форм азота и затрудняет поглощение фосфора растениями. Причем обеспеченность почв подвижным фосфором низкая из-за кислой реакции среды. Без применения удобрений урожай картофеля не превышает 50-60 ц/га, кормовых культур - 10-12 ц к.е.

Основой эффективного использования этих почв являются применение органических и минеральных удобрений, нейтрализация почвенной кислотности. По данным исследований, благоприятные условия, обеспечивающие сохранение плодородия, складывались при внесении за ротацию 3-польного севооборота 200 т/га торфокомпоста и  $N_{330}P_{350}K_{350}$ , или ежегодно под однолетние травы  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , под картофель  $N_{120}P_{130}K_{130}$ .

Для поддержания питательного режима почв на оптимальном уровне необходимо:

восстановить 5-летний цикл мелиоративного известкования кислых почв в севооборотах с однолетними культурами и 8-летний в травопольных севооборотах с пятью-шестью полями многолетних трав;

соблюдать очередность известкования по группам кислотности: сильнокислые, среднекислые и в последнюю очередь слабокислые; после завершения мелиоративного известкования проводить поддерживающее известкование почв, имеющих реакцию среды, близкую к нейтральной;

считать сидеральные пары, а также пласт и оборот пласта многолетних трав лучшими предшественниками для однолетних трав, картофеля и овощей [2].

Обязательным элементом ландшафтной биологизированной технологии возделывания культур является нормативная обработка почвы, исключая ее деградацию. Система обработки почвы должна разрабатываться

ваться с учетом возделываемых культур, а также засоренности полей.

Для уничтожения многолетних сорняков плоскорезную обработку почвы необходимо сочетать с вспашкой через 1-2 года. Для борьбы с корневищными сорняками (пырей ползучий) эффективны комплексные меры – сочетание биологического (посев редьки масличной) и механического способов.

При механическом методе применяют игольчатую борону БИГ -3, плоскорез КПН -2,2 и противозеронозный культиватор КПЭ- 3,8. При этом методе учитывают, что корневища пырея ползучего располагаются преимущественно в верхнем 0-10 см слое почвы. После механических обработок высевают парозанимающую культуру - редьку масличную. Данный интегрированный метод борьбы позволяет снизить засоренность пыреем ползучим на 90-95% и рекомендуется в год, предшествующий посадке картофеля [3]. Указанные мероприятия направлены на сохранение почвенного плодородия, создание бездефицитного баланса гумуса, структурности почвы. Основой системы, сберегающей почвенное плодородие, служат многолетние травы, занимающие до 60% посевных площадей, сидеральные культуры, применение нормативной обработки почвы. Однако, результативность системы земледелия на охристых вулканических почвах, легких по гранулометрическому составу, с промывным режимом обеспечивается только при ежегодном внесении минеральных удобрений под все культуры, в том числе под кормовые травы и сидераты при применении биологических источников воспроизводства почвенного плодородия.

В Камчатском НИИСХ проводили исследования по сравнительному изучению многолетних трав (клевер-тимофеечная смесь) на сидерат, пласта многолетних трав, а также однолетних трав (люпин узколистный и фацелия) на сидерат в короткоротационном севообороте. Изучали влияние органоминеральных удобрений в комплексе на плодородие почвы (агрохимические, агрофизические свойства и баланс питательных веществ), урожайность картофеля в звене севооборота. Анализ данных таблицы 1 показал, что содержание кальция под влиянием известкования увеличилось в почве почти в 2 раза по сравнению с начальным, а уровень обменного калия и подвижного фосфора остался в исходной градации (среднее и повышенное соответственно).

#### 1. Агрохимические свойства почвы под многолетними травами различного возраста

Показатель	Травостой	
	2-го года жизни	3-го года жизни
Гумус, %	6,4/4,7	6,3/4,5
pH <sub>KCl</sub>	4,9/6,1	4,9/6,0
S, мг-экв/100 г	3,2/8,9	3,5/7,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	149/155	155/150
K <sub>2</sub> O, мг/кг	83,4/110,5	96,3/105
Запас (N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> ), кг/га	85,3/171,8	82,1/180,3

Примечание. В числителе данные до посева трав, в знаменателе – после заделки биомассы, весной.

Запасы нитратного и аммонийного азота после заделки биомассы увеличились, соответственно, под многолетними травами 2-го года жизни на 86,5 кг/га, а 3-го года на 98,2 кг/га. Использование многолетних трав (клевер-тимофеечная смесь) двух- и трехлетнего возраста на сидерат, а также распашка 6-летнего пласта

многолетних трав сопровождались позитивными изменениями агрофизических свойств охристых вулканических почв Камчатки.

Так, в первом поле севооборота (1 - однолетние травы; 2 – картофель; 3 - картофель) по всем трем фонам (пласт многолетних трав, запашка на сидерат двух- и трехгодичного травостоя) содержание структурных агрегатов (макроструктура) колебалось от 71,3 до 73,0%, в конце ротации этот показатель при незначительной разнице не снизился и составил 71-74%.

Произошло снижение плотности пахотного горизонта почвы с исходного уровня (0,81 г/см<sup>3</sup>) до 0,60-0,67 г/см<sup>3</sup>, что благоприятно отразилось на росте и развитии картофеля.

Средняя урожайность картофеля за севооборот составила: при внесении минеральных удобрений в дозах азота, фосфора и калия по 120 кг д.в./га - 24,6 т/га, в дозе N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> – 23,6 т/га, т.е. существенной разницы в урожайности в зависимости от доз не прослеживалось (табл.2). Урожайность картофеля по I и II фонам была за севооборот при тех же дозах удобрений практически на одном уровне 19,4-20,9 т/га, что существенно ниже, чем по фону III - на 19-23 и 18-22% соответственно. Значительное увеличение урожайности по отношению к контролю в 2,0-2,2 раза отмечалось по всем трем фонам.

#### 2. Урожайность картофеля в зависимости от предшественников и доз удобрений (в среднем по 3-польному севообороту), т/га (2006-2007 гг.)

Доза удобрений	Распашка пласта многолетних трав, 5 лет пользования - фон I	Сидерация 2-годовичного травостоя - фон II	Сидерация 3-годовичного травостоя - фон III	Прибавка к фону I	
				фон II	фон III
Контроль (без удобрений)	9,8	9,4	10,9	- 0,4	1,1
(NPK) <sub>120</sub>	20,0	20,9	24,6	0,9	4,6
(NP) <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	19,8	19,4	23,6	- 0,4	3,8
HCP <sub>05</sub>	1,8				

Использование многолетних трав двух- и трехгодичного возраста на сидерат обеспечило за севооборот в совокупности с минеральными удобрениями положительный баланс азота, соответственно, 88,2-174,4 и 209,3-309,0 кг/га, фосфора 225,7-340,4 и калия 63,6-110,3 кг/га. При распашке пласта многолетних трав положительный баланс составил по фосфору 502,0-603,7 кг/га и калию 303,6-382,0 кг/га.

Установлена эффективность выращивания однолетних сидеральных культур люпина узколистного и фацелии в качестве предшественников для картофеля в звене севооборота. Поступившая в пахотный слой почвы сухая биомасса (надземная и корнепоживная) составила у люпина узколистного 7,3 кг/га, фацелии 6,8 т/га. Общие запасы азота в накопленном органическом веществе биомассы были у люпина 171,4 кг/га, фацелии 141,6; запасы фосфора составили, соответственно, 17,0 и 21,4 и калия 158,8 и 168,2 кг/га.

Отмечено положительное действие сидератов на структуру почвы: содержание агрономически ценной фракции (макроагрегатов) в пахотном горизонте достигало 78 и 80%, что выше, чем в чистом пару на 16 и 18%. Получена достоверная прибавка урожая по отношению к чистому пару в вариантах с сидератами (3,2-3,4 и 2,8 -3,5 т/га) (табл. 3).

### 3. Действие однолетних сидеральных культур на урожайность картофеля при разных дозах удобрений, т/га

Доза удобрений	Чистый пар	Рапс яровой	Люпин узколистный	Фацелия
Без удобрений	6,5	7,8	8,7	8,2
(NPK) <sub>120</sub>	16,7	18,1	19,9	20,1
(NPK) <sub>90</sub>	15,8	17,7	18,6	19,3
(NPK) <sub>60</sub>	12,6	13,2	15,4	15,8
HCP <sub>05</sub>	1,4			

Дозы удобрений (NPK)<sub>120</sub> и (NPK)<sub>90</sub> по своему действию на урожайность существенно не различались. Применение в качестве сидерата люпина узколистного и фацелии на фоне (NPK)<sub>90</sub> под картофель дало энергетический эффект 21798 и 29095 МДж/га, что соответствовало коэффициентам энергетической эффективности 1,4 и 1,7.

Для бездефицитного баланса гумуса нужно ежегодно вносить в почву до 14 т/га органических удобрений, что невозможно, поэтому необходимо использовать местные биологические источники. Одним из них может служить подпрессовый бульон от переработки рыбных отходов в туковую муку. Изучалось действие рыбного подпрессового бульона в комплексе с навозом и с сидеральными культурами на урожайность культур севооборота, агрофизические и агрохимические свойства почвы.

Исследования показали, что урожайность картофеля по всем изучаемым вариантам превысила контроль в 2,0-3,3 раза (табл. 4). Максимальная урожайность картофеля в прямом действии 28,1 и 27,3 т/га получена при использовании сидерата, навоза, 40 т/га, подпрессового бульона, 40 т/га и минеральных удобрений в дозах (NPK)<sub>120</sub> и (NPK)<sub>90</sub>, прибавка к фону составила, соответственно, 10,3 (57,8%) и 9,5 (53,3%) т/га. Снижение дозы навоза КРС с 40 до 20 т/га существенно снижало урожайность - на 3,5 и 2,7 т/га.

Наибольшая урожайность картофеля в последствии комплекса органических и минеральных удобрений составила 20,6 и 21,0 т/га. Прибавка урожая по отношению к фоновому варианту была существенной - 3,1 (17%) и 3,5 (20%) т/га. Минеральное удобрение в дозе (NPK)<sub>120</sub> по эффективности было равно (NPK)<sub>90</sub>.

Улучшилось структурное состояние пахотного горизонта почвы: количество макроагрегатов увеличилось по сравнению с исходным на 9,3-16,3% и составило 76-80%. Интенсивнее проходили микробиологические процессы (при помощи целлюлозоразлагающих микроорганизмов) - на 9,2-14,3% по сравнению с контролем. При применении комплекса органических и минеральных удобрений в севообороте (1- картофель; 2 - картофель; 3 - овес) отмечен положительный баланс пита-

тельных элементов: по азоту 498,1-666,8, фосфору 330,1-436,7 и калию 208,5-423,9 кг/га.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлены эффективность комплексного применения органических и минеральных удобрений, обеспечивающих сохранение и повышение плодородия охристых вулканических почв Камчатки, увеличение урожайности картофеля в короткоротационных севооборотах. Эффективно также использование многолетних и однолетних сидератов и легковозобновляемых биоресурсов (рыбный подпрессовый бульон) с минимальной дозой внесения навоза КРС (20-40 т/га).

### 4. Действие и последствие сидерата, навоза, подпрессового бульона и минеральных удобрений на урожайность картофеля

Вариант опыта	Действие, картофель		Последствие, картофель		Последствие, овес	
	Урожайность, т/га	+/- к фону	Урожайность, т/га	+/- к фону	Урожайность, т/га	+/- к фону
1. Контроль-без удобрений	8,5	-9,3	11,5	-6,0	7,6	-2,3
2. Сидерат, 7 т/га + (NPK) <sub>120</sub> - фон	17,8	-	17,5	-	9,9	-
3. Фон+ подпрессовый бульон, 40 т/га	20,1	2,3	16,3	-1,2	9,6	-0,3
4. Фон + агрофит, 1,0 т/га	17,2	-0,6	16,4	-1,1	11,3	1,4
5. Фон + навоз, 40 т/га	21,2	3,4	19,1	1,6	10,1	0,2
6. Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	28,1	10,3	19,5	2,0	10,7	0,8
7. Сидерат, 7,0 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га + (NPK) <sub>90</sub>	27,3	9,5	20,6	3,1	11,8	1,9
8. Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	24,6	6,8	21,0	3,5	11,9	2,0
9. Сидерат, 8,4 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га + (NPK) <sub>120</sub>	24,6	6,8	19,5	2,0	20,6	10,7
HCP <sub>05</sub>	2,3		2,9		1,3	

#### Литература

1. Тужилин В.М., Русакович М.М. Использование пласта многолетних трав в качестве предшественника для сельскохозяйственных культур. Наука - сельскому хозяйству (агрорекомендации). - Петропавловск-Камчатский, 1975. - С.57-60.
2. Ряховская Н.И., Шалагина Н.М. и др. Система земледелия Камчатского края. - Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. - С.13-14.
3. Ряховская Н.И., Шалагина Н.М. и др. Система земледелия Камчатского края. - Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. - С.65.
4. Доспехов Б.А., Васильев И.П. Практикум по земледелию. - М.: Агропромиздат, 1987. - С.34-36.
5. Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы// Агрохимия. Т.XXXII. - 1968. - Вып. 3. - С.479-483.

### APPLICATION OF GREEN MANURE CROP ORGANO-MINERAL FERTILIZERS IN CROP ROTATION AS EFFECTIVE APPROACH TO INCREASE THE FERTILITY OF OCHEROUS VOLCANIC SOIL OF KAMCHATKA PENINSULA

*H.M. Shalagina, N.I. Ryahovskaya, Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Centralnaya ul. 4, 684033 Sosnovka village, Elizovskiy district, Kamchatka Krai, Russia*

*In this article we demonstrated obtained empiric data on effectiveness of perennial grass usage for green manure instead of sod layer. Effectiveness of annual green manure crops – blue lupin and facelia as preceding crops for potato is also shown. Our study also demonstrated the positive effect of complex application of organo-mineral fertilizers in crop rotation, their influence on the yield of crops and physical properties and nutritional balance of soil.*

*Key words: perennial and annual grass, sod layer, green manure crop, fertilizers, soil structure, fish press water, nutritional balance, yield.*