

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 посевной 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 разрабаты-

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 противэрозийный 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 узколистый 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 _{KCl}	4,9/6,1	4,9/6,0
S, мг-экв/100 г	3,2/8,9	3,5/7,8
P ₂ O ₅ , мг/кг	149/155	155/150
K ₂ O, мг/кг	83,4/110,5	96,3/105
Запас (N-NO ₃ + N-NH ₄), кг/га	85,3/171,8	82,1/180,3

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

Запасы нитратного и аммонийного азота после запашки 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/см³) до 0,60-0,67 г/см³, 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 N₉₀P₉₀K₁₂₀ – 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 трав - фон II	Сидерация 3-годовичного травостоя трав - фон III	Прибавка к фону I	
				фон II	фон III
Контроль (без удобрений)	9,8	9,4	10,9	- 0,4	1,1
(NPK) ₁₂₀	20,0	20,9	24,6	0,9	4,6
(NP) ₉₀ K ₁₂₀	19,8	19,4	23,6	- 0,4	3,8
HCP ₀₅	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) ₁₂₀	16,7	18,1	19,9	20,1
(NPK) ₉₀	15,8	17,7	18,6	19,3
(NPK) ₆₀	12,6	13,2	15,4	15,8
НСР ₀₅	1,4			

Дозы удобрений (NPK)₁₂₀ и (NPK)₉₀ по своему действию на урожайность существенно не различались. Применение в качестве сидерата люпина узколистного и фацелии на фоне (NPK)₉₀ 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)₁₂₀ и (NPK)₉₀, 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)₁₂₀ по эффективности было равно (NPK)₉₀.

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) ₁₂₀ - 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) ₉₀	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) ₁₂₀	24,6	6,8	19,5	2,0	20,6	10,7
НСР ₀₅	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// Агрехимия. 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.