

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТА И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

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

Показаны эффективные способы сохранения и повышения плодородия охристо-вулканических почв, агрохимических и агрофизических свойств, биологической активности при использовании сидератов и местных легковозобновляемых биоресурсов, влияние их на урожайность. Приведены данные баланса питательных веществ в почве за севооборот.

Ключевые слова: биоресурсы, плодородие, урожайность, картофель, овес на зеленую массу, баланс питательных веществ.

Легкие охристо-вулканические почвы Камчатки характеризуются высокой эрозийной уязвимостью, а климатические условия способствуют быстрому развитию эрозийных процессов на пашне с потерей гумуса до 40%. В последние годы наблюдаются тенденции к подкислению земель, снижению обменного калия, ухудшению физических свойств почвы [1]. Для достижения бездефицитного баланса гумуса нужно ежегодно вносить в почву до 14 т/га органических удобрений, что в наших условиях невозможно. Поэтому необходимо использовать другие источники органического сырья, привлекать местные ресурсы для питания растений [2]. Одним из них является подпрессовый бульон от переработки рыбных отходов в туковую муку. В подпрессовом бульоне высокое содержание органического вещества (до 43,4%, рН 6,4-7,0), невысокое - нитратов и нитритов, микроэлементы и тяжелые металлы ниже или близко к допустимым концентрациям. Комплексное применение подпрессового бульона, сидерата и навоза актуально в решении вопроса по сохранению плодородия почвы [3].

Цель исследований – изучить использование легковозобновляемых биоресурсов, действие и последствие их на урожайность картофеля, овса на зеленую массу, биологическую активность, агрохимические и агрофизические свойства почвы.

Методика. Исследования проводили на охристой вулканической почве легкого гранулометрического состава с повышенным содержанием подвижного фосфора (109-131 мг/кг) и обменного калия (132-152 мг/кг). Содержание общего азота 0,28-0,30%, гумуса - 6%, pH_{KCl} 5,5-6,0. Гумус определяли по Тюрину, общий азот по Кьельдалю,

подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову, рН почвенного раствора – потенциометрически.

Исследования проводили в четырехпольном севообороте: 1 - сидеральный пар (редька масличная + овес); 2 – картофель; 3 – картофель; 4 – овес. Данные первой закладки.

Использовали следующие приемы обогащения почвы органическим веществом: запашка биомассы сидерата, внесение навоза КРС в дозах 40 и 20 т/га и рыбного подпрессового бульона от переработки рыбных отходов – 40 т/га на фоне минеральных удобрений в дозах $(NPK)_{120}$ и $(NPK)_{90}$ под первую культуру (картофель). Изучали действие и последствие данных приемов на картофеле и овсе на зеленую массу.

Размещение делянок опыта систематическое, повторность - четырехкратная, общая площадь делянки 50,4 м², учетная - 33,6 м².

Технология возделывания культур севооборота общепринятая для Камчатского края. Метеорологические условия летне-осеннего периода в годы проведения исследований характеризовались повышенным температурным режимом и недостаточным количеством осадков по сравнению со среднемноголетними показателями.

Статистическую обработку данных урожая проводили методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову [4]. Полевые и лабораторно-аналитические исследования почвы и растений выполняли по общепринятым методикам в земледелии и агрохимии [5, 6].

Результаты и их обсуждение. При запашке сидеральной смеси в почву поступило 7,0 и 8,4 т/га сухого вещества, что соответствовало 24,3 и 31,4 т/га навоза. С внесением навоза 40 и 20 т/га в почву поступило 10,8 и 5,4 т/га органической массы. Использование подпрессового рыбного бульона в дозе 40 т/га было эквивалентно 17 т/га органического вещества. В сумме с сидеральной смесью в почву поступило азота, фосфора и калия: по фону $(NPK)_{105}$ - 386,97 кг/га, по фону $(NPK)_{150}$ - 502,35 кг/га, что на 115,38 кг/га (29,8%) больше, чем по фону $(NPK)_{105}$.

В сравнительных условиях отмечается положительное влияние различных способов воспроизводства плодородия охристых вулканических почв в короткоротационном севообороте на урожайность культур. В прямом действии, урожайность картофеля при комплексном применении подпрессового бульона, сидерата, навоза и минеральных удобрений составила 21,2-28,1 т/га, что превышает фоновый вариант на 3,4-10,3 т/га (табл.1).

Максимальная урожайность 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; прибавки к фону составили, соответственно, 10,3 т/га (57,8%) и 9,5 т/га (53,3%). Снижение дозы минеральных удобрений до (NPK)₉₀ на фоне сидерата и комплекса органических удобрений в прямом действии не влияло на формирование урожая картофеля, разница по вариантам равна 0,8 т/га. Наибольшее влияние на урожайность клубней картофеля оказало снижение дозы навоза до 20 т/га, урожайность составила 24,6 т/га, что на 3,5 и 2,7 т/га ниже по отношению к 40 т/га.

Урожайность картофеля по всем изучаемым вариантам превысила контроль (запашка сидерата 7,0 т/га без удобрений) в 2,0-3,3 раза.

Урожайность картофеля в последствии комплекса органических удобрений составила 20,6 и 21,0 т/га. Достоверная прибавка по отношению к фоновому варианту была существенной - 3,1 т/га (17%) и 3,5 т/га (20%) при НСР₀₅= 2,9 т/га. Минеральное удобрение в дозе (NPK)₁₂₀ по эффективности было равнозначным (NPK)₉₀. По сравнению с контролем сочетание сидерата с навозом, подпрессовым бульоном и минеральными удобрениями увеличило урожай картофеля в 1,5-1,8 раза.

Отмечалось положительное последствие приемов улучшения плодородия почвы на урожай зеленой массы овса в четвертом поле севооборота. Урожайность зеленой массы по последствию сидерата, 7,0 т/га, подпрессового бульона, 40 т/га и навоза, 40 и 20 т/га составила 11,8-11,9 т/га. По отношению к фону в этих вариантах прибавка урожая зеленой массы равна 1,9-2,0 т/га. Максимально высокую урожайность зеленой массы 20,6 т/га получили при дополнительном внесении минерального удобрения под посев овса в дозе (NPK)₉₀ и запашке сидерата, 8,4 т/га. Определяющим фактором увеличения урожая зеленой массы овса кроме сидерата, последствия рыбного бульона и навоза было внесение минерального удобрения. Один из показателей агрофизических свойств почвы - плотность сложения пахотного горизонта. Плотность 0,60-0,65 г/см³ на легких вулканических почвах Камчатки оптимальна для картофеля. В начале севооборота плотность верхнего слоя почвы (0-10 см) составила в среднем 0,69 г/см³. С увеличением глубины до 15-20 см наметилась тенденция к увеличению плотности до 0,75 г/см³ (на 8,7%), к контролю превышение плотности составило 5,7-11,5%. В конце севооборота на фоне сидерации, внесения навоза и рыбного подпрессового бульона плотность почвы увеличилась на 0,06-0,07 г/см³ по сравнению с исходной (0,69 г/см³).

1. 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. Сидерат, 7,0 т/га – без удобрений (контроль)	8,5	-9,3	11,5	-6,0	7,6	-2,3
2. Сидерат, 7,0 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	

Примечание. В последствии на картофеле во всех вариантах внесено удобрение в дозе (NPK)₉₀, в 9-м варианте - (NPK)₁₂₀, овёс на зеленый корм высевали без удобрений, в 9-м варианте внесено (NPK)₉₀.

Действие комплексного внесения органических и минеральных удобрений благоприятно отразилось на структурно-агрегатном состоянии почвы. Содержание макроагрегатов размером от 5 до 0,5 мм на фоне сидерата (контроль) в конце севооборота не превышало 66,7%. Применение сидерата с минеральными удобрениями, подпрессовым бульоном и навозом в дозах 20 и 40 т/га привело к увеличению количества макроагрегатов на 9,3-16,3%.

Повышению содержания почвенных агрегатов агрономически ценной фракции способствовало благоприятное влияние сидеральной массы, навоза, рыбного

подпрессового бульона. При их использовании в процессе гумификации образуются водопрочные агрегаты.

Активность микрофлоры, в частности целлюлозоразлагающей, определяет интенсивность многих процессов, про-

текающих в почве, среди которых, усвоение азота, минерализация органических остатков и образование гумуса. Распад льняной ткани, помещенной в почву, показал, что микробиологические процессы при помощи целлюлозоразлагающих бактерий, более интенсивно проходили в год прямого действия, где кроме сидерата и (NPK)₁₂₀ вносили рыбный подпрессовый бульон и навоз. Исходная масса льняной ткани в опытных вариантах составляла 2,16-2,12 г.

После экспозиции в течение 70 дней масса льняной ткани снизилась, соответственно, на 0,74 (34,7%) и 0,84 г (39,8%). Разложение ткани было выше по сравнению с контролем, соответственно, на 9,2-14,3%. Отмечалось увеличение биологической активности почвы на 7% без применения навоза по сравнению с контролем. В последствии сидерата в комплексе с органическими удобрениями, разложение клетчатки под действием микроорганизмов было ниже, чем в прямом действии, в среднем на 1,9-6,3%. Это свидетельствует об уменьшении с течением времени положительного влияния органических удобрений на микробиологическую

активность почвы в целом и целлюлозоразлагающую активность в частности.

Баланс основных питательных веществ в севообороте зависел от урожайности культур, внесенных минеральных удобрений, поступления элементов питания с сидеральной массой, а также выноса с урожаем. Проведенные расчеты показали, что поступление азота в почву с сидератом составило 480,5 кг/га, в опытных вариантах, фон и фон с подпрессовым бульоном, было практически одинаково, но выше контроля на 213,2-215,9 кг/га (табл.2). В остальных вариантах превышение в поступлении азота над контролем составило 273,5-372,1 кг/га. Положительный баланс азота сложился по всем вариантам. С учетом изменения интенсивности баланса превышение его над контролем колебалось от 115,7 до 284,4 кг/га.

Поступление фосфора с биоресурсами и минеральными удобрениями было выше, чем в контрольном варианте в 2,6-3,3 раза. Причем, наибольшее поступление отмечено в вариантах с внесением навоза, 40 и 20 т/га. Баланс фосфора за севооборот был положительным с превышением опытных вариантов над контролем в 2,6-3,5 раза.

2. Баланс азота, фосфора и калия за ротацию севооборота*, кг/га (2011-2014 гг.) (1-я закладка)

Вариант опыта	Поступило			Вынос за севооборот			Баланс за севооборот		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Сидерат, 7 т/га – контроль	480,5	134,3	492,3	98,1	8,4	209,8	+382,4	+125,9	+282,5
Сидерат, 7 т/га + (NPK) ₁₂₀ и (NPK) ₉₀ – фон	693,7	345,0	712,6	151,2	12,1	331,3	+541,8	+332,9	+381,3
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га	696,4	345,9	709,4	198,3	15,8	420,6	+498,1	+330,1	+288,8
Фон + агрофит, 1,0 т/га	695,1	346,1	713,5	153,4	12,1	353,5	+541,7	+334,0	+360,0
Фон + навоз, 40 т/га	807,0	380,7	742,3	191,1	13,4	387,7	+615,9	+367,3	+354,6
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	812,4	382,1	742,4	229,0	12,6	516,2	+583,4	+369,5	+226,2
Сидерат, 7 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га + (NPK) ₉₀	781,4	352,0	711,0	230,1	18,9	502,5	+551,3	+333,1	+208,5
Сидерат, 7 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	754,0	364,1	727,5	211,5	13,9	478,5	+542,5	+350,2	+249,0
Сидерат, 8,4 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га + (NPK) ₁₂₀ и (NPK) ₁₂₀ +(NPK) ₉₀	852,6	449,6	924,0	185,8	12,9	500,1	+666,8	+436,7	+423,9

*Севооборот: 1 – сидерат; 2 – картофель; 3 – картофель; 4 – овес.

Примечание. Масса сидерата дана в сухом веществе.

Баланс калия за ротацию севооборота на контроле с одним сидератом составил 282,5, в фоновом варианте 381,3 кг/га, т.е. на 98,8 кг/га больше. По остальным вариантам

бездефицитный баланс калия колебался от 208,5 до 423,9 кг/га. Снижение величины положительного баланса калия относительно фоновых вариантов на 132,3-172,8 кг/га

объясняется высоким выносом его с урожаем при комплексном внесении органических и минеральных удобрений. В варианте с сидератом, 8,4 т/га и с повышенной дозой удобрений положительный баланс калия превысил фон на 42 кг/га.

Таким образом, внесение минерального удобрения за ротацию севооборота в дозах $(NPK)_{285-315}$ и использование легковозобновляемых биоресурсов под первую культуру (картофель) способствовало повышению урожайности картофеля в первый год на 53-58%, во второй – на 17-20%, в третий (овес на зеленую массу) – на 19-20%.

При дополнительном внесении минерального удобрения в дозе $(NPK)_{90}$ под посев овса и запашке сидерата 8,4 т/га, урожайность увеличилась на 108%, определяющим фактором увеличения урожая зеленой массы овса до 20,6 т/га, было внесение минерального удобрения в год посева.

Отмечен положительный баланс питательных элементов за севооборот: по азоту 498,1-666,8 кг/га, фосфору 330,1-436,7 и калию 208,5-423,9 кг/га.

Литература

1. Василенко Т.Т., Ряховская Н.И., Астафьева В.И. и др. О катастрофическом состоянии плодородия почв сельскохозяйственных угодий в Камчатской области. - Петропавловск-Камчатский, 2005. - 24 с.
2. Астафьева В.И. О состоянии и использовании земель в Камчатском крае /Отчет ЦАС «Камчатский», 2010. – С. 4.
3. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Шалагина Н.М., Шиян В.И., Макарова М.А., Аргунеева Н.Ю. Инновационная технология получения компоста и его использование при возделывании картофеля// Плодородие. -2012.- № 5. – С 31-34.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта.- М.: Колос, 1973. -240 с.
5. Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы// Агрохимия.- Т. XXXII.- Вып. 3.- 1968.- С.479-483.
6. Доспехов Б.А., Васильев И.П. Практикум по земледелию.- М.: Агропромиздат, 1987.- С.34-36.

**EFFECT OF GREEN MANURE CROP AND ORGANOMINERAL FERTILIZERS ON THE FERTILITY OF SOIL AND THE YIELD OF ROTATION CROPS IN
KAMCHATSKII KRAI**

***N.I. Ryakhovskaya, N.M. Shalagina, V.V. Gainatulina, N.Yu. Arguneeva, Kamchatka Research Institute of Agriculture, ul. Tsentralnaya 4,
Sosnovka, Elizovo raion, Kamchatskii krai, 683000 Russia***

Efficient methods are revealed for retaining and increasing the fertility of ochreous volcanic soils, agrochemical and agrophysical properties, biological activity at the application of green manure crops and local renewable biological resources, and their effect on the crop yield. Nutrient balance in the soil per rotation cycle is presented.

Keywords: bioresources, fertility, yield, potato, oat green mass, nutrient balance.