

## ДИНАМИКА ДОСТУПНЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ БИОРЕСУРСОВ НА ОХРИСТЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЧВАХ КАМЧАТКИ

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

*Приведены результаты изменения содержания нитратного и аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном горизонте почвы в процессе роста и развития картофеля при использовании сидерата, рыбного подпрессового бульона и навоза. Показано их влияние на урожайность картофеля и энергетическую эффективность.*

*Ключевые слова: нитратный азот, аммонийный азот, подвижный фосфор, обменный калий, агрохимические свойства почвы, урожайность картофеля, органоминеральные удобрения, энергетическая эффективность.*

В современных условиях отечественного земледелия решающее значение имеет воспроизводство плодородия почвы на базе научно обоснованной системы применения органических и минеральных удобрений. Снижение запасов органического вещества, доступных форм питательных элементов, усиление фитопатогенной и энтомологической напряженности, ухудшение физико-химических свойств пахотного слоя – главные причины деградации агроландшафтов [1, 2].

Почва обладает свойствами самоочищения, самовосстановления, однако, такая устойчивость существенно нарушается антропогенными воздействиями. В агроценозах происходит интенсивное отчуждение питательных веществ почвы, восстановление которых осуществляется благодаря внесению органических и минеральных удобрений [3].

В последние годы резко изменились условия деятельности в сельском хозяйстве Камчатки – произошли снижение уровня применения минеральных и органических удобрений, усиление минерализации органического вещества почвы, потери элементов питания в результате выноса их сельскохозяйственными культурами, сорняками и под действием водно-ветровой эрозии. За последние 5 лет на 1 га посевов внесено около 40 т минеральных удобрений, а органических не более 2 т. В связи с недостаточным количеством удобрений ставится вопрос о применении их в рациональных дозах, о привлечении местных ресурсов (сидерат, рыбный подпрессовый бульон, навоз КРС) в качестве источников питания для растений.

В рыбном подпрессовом бульоне от переработки рыбных отходов высокое содержание органического вещества (до 43,4%), рН 5,5-7,0, большое количество нитратов и нитритов (1,87 мг/л). Компоненты, входящие в состав бульона, по ценности не уступают органическим удобрениям. В опытах применяли навоз КРС, который содержит: общего азота – 0,58 %, фосфора – 0,50 и калия 0,65, сухого вещества – 35,4, влажность – до 65%.

Цель исследований – изучить динамику нитратного, аммонийного азота, доступного фосфора и обменного калия в почве в течение вегетации картофеля на фоне легковозобновляемых местных биоресурсов, влияние

комплекса органоминеральных удобрений на урожайность картофеля, их эффективность.

**Методика.** Исследования проводили в 2012-2014 гг. в стационарном опыте на легкой охристой вулканической почве с повышенным содержанием подвижного фосфора (109-131 мг/кг) и обменного калия (132-152 мг/кг). Содержание гумуса – 6%, рН<sub>KCl</sub> – 5,5-6,0. Гумус определяли по Тюрину, общий азот – по Кьельдалю, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – по Кирсанову, рН<sub>KCl</sub> почвенного раствора – потенциометрически.

Опыты закладывали в четырехпольном севообороте: 1 - сидеральный пар; 2, 3 - картофель; 4 - овес. Использовали средние данные по двум закладкам. Применяли следующие приемы обогащения почвы органическим веществом: запашку биомассы сидерата, внесение навоза КРС в дозах 40 и 20 т/га и рыбного подпрессового бульона от переработки рыбных отходов – 40 т/га под первую культуру (картофель). В опытах применяли смесь диаммофоски, с содержанием в ней фосфора и калия по 26%, азота 10%, с мочевиной (46%).

Размещение делянок систематическое, повторность опыта – четырехкратная. Общая площадь делянки 50,4 м<sup>2</sup>, учетная – 33,6 м<sup>2</sup>. Технология возделывания культур севооборота общепринятая для Камчатского края. Метеорологические условия летне-осеннего периода в годы проведения исследований характеризовались повышенным температурным режимом для данной зоны и недостаточным количеством осадков по сравнению со среднемноголетними показателями. Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа, полевые и лабораторно-аналитические исследования почвы и растений выполняли по общепринятым методикам в агрохимии и растениеводстве [5-7].

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследований выявили, что показатели агрохимических свойств почвы в стационарных опытах значительно варьировали как по фазам развития картофеля, так и по вариантам опыта.

Перед посадкой картофеля в прямом действии на контроле и в опытных вариантах отмечалось низкое содержание аммонийного азота – 7,5-13,0 мг/кг и среднее нитратного азота – 12,6-34,4 мг/кг (табл.1). В фазе всходов на контроле содержание аммонийного и нитратного азота увеличилось почти вдвое за счет минерализации сидеральной массы, в фоновом варианте при дополнительном внесении удобрений увеличение было по сравнению с исходным (перед посадкой) в 2,5 и 3,3 раза соответственно. Наиболее интенсивное накопление минерального азота в пахотном горизонте в фазе всходов происходило в варианте с комплексным внесением органических удобрений (сидерат, подпрессовый бульон, агрофит, навоз, 40 т/га) и минеральных. Увеличение количества аммонийного азота по сравнению с контролем было в 3,0-3,3, нитратного – в 1,8-2,0

раза. При снижении дозы навоза до 20 т/га происходило некоторое уменьшение содержания аммонийного азота

на 5-10 мг/кг по сравнению с дозой 40 кг/га.

**1. Динамика содержания подвижных форм азота в почве, мг/кг (действие, картофель), среднее за 2012-2013 гг.**

Варианты опыта	Перед посадкой		Всходы		Цветение		Перед уборкой	
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>						
Сидерат, 13,3 т/га – контроль	11,0	12,6	20,0	24,4	13,0	24,8	11,0	30,6
Сидерат, 13,3 т/га + (NPK) <sub>120</sub> под картофель - фон	8,0	13,6	20,0	44,8	20,0	28,4	13,0	33,6
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га	7,5	34,4	65,0	48,0	18,0	37,2	11,0	40,8
Фон + агрофит, 1,0 т/га	8,0	14,8	60,0	43,2	16,0	66,0	10,0	34,0
Фон + навоз, 40 т/га	13,0	20,8	61,0	84,0	16,0	66,0	7,5	35,2
Фон+подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	11,0	27,6	63,0	84,0	23,0	66,0	16,0	33,2
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га +(NPK) <sub>90</sub> под картофель	8,0	30,0	67,0	77,0	28,0	64,0	15,5	38,0
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	8,0	24,0	56,0	76,8	18,0	64,0	13,0	32,0
Сидерат, 17,1 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га + (NPK) <sub>120</sub> под картофель	11,0	34,4	57,0	86,4	18,0	60,8	38,0	56,0

Примечание. Масса сидерата выражена в сухом веществе.

Отмечалось существенное увеличение содержания нитратного азота в 3,1-3,5 раза по сравнению с контролем в вариантах с дополнительным внесением 40 и 20 т/га навоза, по сравнению с фоновым вариантом увеличение было на 32,0-41,6 мг/кг, или в 1,7-1,9 раза. Таким образом, в фазе всходов картофеля отмечалось увеличение содержания NH<sub>4</sub> с низких исходных значений до средней степени обеспеченности, содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> от средней до высокой степени обеспеченности. В фазе цветения, вследствие активного потребления растениями картофеля, содержание NH<sub>4</sub> в опытных вариантах снизилось по сравнению с предыдущей фазой на 39,0-44,0 мг/кг, по сравнению с фоновым вариантом изменения были незначительные, по сравнению с контролем увеличение содержания NH<sub>4</sub> составило от 3 до 15 мг/кг. Количество NO<sub>3</sub> снизилось в фоновом варианте на 16,4 мг/кг, в варианте фон + подпрессовый бульон – на 10,8 мг/кг. По остальным опытным вариантам содержание нитратного азота уменьшилось по сравнению с фазой всходы на 18,0-25,6 мг/кг. Вместе с тем, отмечалось значительное увеличение содержания NO<sub>3</sub> по сравнению с контролем при комплексном внесении органических удобрений - в 2,4-2,7 раза. В конце вегетации картофеля содержание аммонийного азота в вариантах с сухой массой сидерата 13,3 т/га снизилось практически до первоначальных (перед посадкой) зна-

чений и соответствовало низкой степени обеспеченности, по сравнению с контролем разница была незначительной. В варианте с массой сидерата 17,1 т/га произошло увеличение содержания NH<sub>4</sub> до средней степени обеспеченности и составило 38,0 мг/кг почвы, что превысило контроль в 3,5 раза. Процесс нитрификации почвы к концу вегетации картофеля по сравнению с исходным изменился: содержание NO<sub>3</sub> в вариантах с сидеральной массой 13,3 т/га колебалось от 30,6 (на контроле) до 32,0-40,8 мг/кг (в вариантах с органическими удобрениями). Увеличение было по сравнению с исходным (перед посадкой) на 18,0 и 6,4-8,0 мг/кг соответственно. В варианте с сидеральной смесью 17,1 т/га содержание нитратного азота было выше контроля и фона, соответственно, на 25,4 и 22,4 мг/кг почвы и выше исходного в 1,6 раза.

В почве наряду с иммобилизацией минерального азота и внесенного с удобрениями непрерывно протекают процессы минерализации органического вещества. Вследствие этого, в последствии комплексного внесения удобрений в фазе всходов картофеля отмечалось существенное увеличение содержания аммонийного азота по сравнению с данными перед посадкой на 29,5-155,0 мг/кг, а по сравнению с контролем - в 2,9-6,0 раза (табл. 2).

**2. Динамика содержания подвижных форм азота в почве, мг/кг (последствие, картофель), среднее за 2013-2014 гг.**

Вариант опыта	Перед посадкой		Всходы		Цветение		Перед уборкой	
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>						
Сидерат, 13,3 т/га – контроль	15,0	20,0	28,0	28,0	8,0	12,8	32,0	32,8
Сидерат, 13,3 т/га+(NPK) <sub>120</sub> под картофель - фон	15,0	20,8	48,0	132,8	10,0	11,2	113,0	30,0
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га	15,5	17,0	115,0	123,7	22,0	13,6	115,0	28,0
Фон + агрофит, 1,0 т/га	14,5	21,8	44,0	144,0	25,0	44,8	116,0	30,0
Фон + навоз, 40 т/га	15,0	20,9	81,0	112,8	25,0	72,0	106,0	75,2
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	12,0	27,0	81,0	92,8	23,0	84,8	108,0	77,6
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га + (NPK) <sub>90</sub> под картофель	11,0	26,5	125,0	132,8	35,0	92,8	105,0	80,0
Фон+подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	11,7	22,0	81,0	128,8	25,0	97,7	105,0	91,4
Сидерат, 17,1 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га + (NPK) <sub>120</sub> под картофель	15,0	22,8	170,0	92,8	34,0	92,8	103,0	97,7

На контроле количество аммонийного азота увеличилось на 13,0 мг/кг, в фоновом варианте – в 3,2 раза. В варианте с сидератом 17,1 т/га содержание NH<sub>4</sub> достигло 170,0 мг/кг, что соответствовало повышенному уровню обеспеченности, превышению над содержанием в остальных опытных вариантах (кроме агрофита) составило 45,0-89,0 мг/кг. В варианте фон + агрофит содержание аммонийного азота было на уровне фонового

варианта. Количество нитратного азота перед посадкой было на уровне контроля. В фазе всходов картофеля отмечалось значительное увеличение содержания данного элемента на фоне и в вариантах с комплексным использованием органических и минеральных удобрений, вследствие дальнейшей минерализации, превышение над контролем было в 3,3-5,1 раза. В фазе цветения увеличилось потребление растениями картофеля мине-

рального азота: количество  $\text{NH}_4$  в почве снизилось и фиксировалось как средняя степень обеспеченности, превышение над контролем - 14,0-26,0 мг/кг. Содержание нитратного азота, где по фону вносили подпрессовый бульон (40 т/га), было на уровне контроля. При комплексном применении удобрений оно увеличилось по сравнению с контролем в 5,6-7,6 раза и соответствовало повышенному уровню обеспеченности. Это объясняется дополнительным внесением навоза. В варианте фон + агрофит содержание  $\text{NO}_3$  не превысило среднего уровня обеспеченности.

Следует отметить, что в конце вегетации картофеля в пахотном слое почвы (0-20 см) содержание аммонийного азота в опытных вариантах увеличилось по сравнению с фазой цветения в 3,0-5,2 раза, содержание нитратного азота – в 2,0 раза в варианте фон + подпрессовый бульон и в 2,5-2,7 раза – на контроле и в фоновом варианте. В остальных опытных вариантах содержание  $\text{NO}_3$  изменилось незначительно. Также отмечалось значительное увеличение содержания аммонийного азота по сравнению с контролем - в 3,2-3,6 раза по всем вариантам, включая фоновый. Количество нитратного азота превысило контроль в 2,3-3,0 раза там, где дополнительно вносили навоз. Таким образом, применение местных биологических ресурсов в комплексе с минеральными удобрениями способствовало значительному увеличению количества минерального азота в пахотном горизонте почвы в севообороте.

Содержание подвижного фосфора в почве в прямом действии комплекса органических и минеральных удобрений перед уборкой осталось практически с небольшой разницей на уровне исходных (перед посадкой) данных и фиксировалось как повышенное (табл.3). По сравнению с контролем содержание подвижного фосфора в опытных вариантах было выше на 5,0-52,0 мг/кг почвы. В варианте с массой сидерата 17,1 т/га количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  не превысило 107 мг/кг вследствие более интенсивного потребления этого элемента сидеральной культурой. Превышение над контролем в опытных вариантах с сидеральной массой 13,3 т/га составило 12-52 мг/кг.

### 3. Динамика содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, мг/кг (картофель)

Вариант опыта	Перед посадкой		Перед уборкой	
	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$
Сидерат, 13,3 т/га – контроль	100,0	152,0	102,0	136,0
	111,7	208,7	128,1	208,7
Сидерат, 13,3 т/га+ (NPK) <sub>120</sub> под картофель - фон	109,0	136,0	125,0	136,0
	208,9	500,0	183,3	530,4
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га	123,0	132,0	154,0	159,0
	215,0	685,7	193,4	404,4
Фон + агро-фит, 1,0 т/га	131,0	132,0	133,0	159,0
	262,7	591,3	228,6	525,0
Фон + навоз, 40 т/га	128,0	132,0	144,0	182,0
	226,7	600,0	162,8	468,8
Фон+подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	104,5	167,0	114,0	182,0
	232,0	481,3	193,8	591,3
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га + (NPK) <sub>90</sub> под картофель	107,0	233,0	154,0	237,0
	215,5	556,5	193,0	614,3
Фон+подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	108,0	209,0	128,0	201,0
	267,2	550,0	157,4	647,8
Сидерат, 17,1 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га + (NPK) <sub>120</sub> под картофель	145,2	233,0	107,0	306,5
	334,3	700,0	162,4	650,0

Примечание. Над чертой – средние данные за 2012-2013 гг. (действие) под чертой - за 2013-2014 гг (последствие).

В последствии содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в опытных вариантах перед посадкой превысило контроль в 2,0-3,0 раза. Повышенная масса сидерата (17,1 т/га) способствовала значительному увеличению содержания подвижного фосфора в пахотном горизонте, что выше остальных опытных вариантов на 67,1–119,3 мг/кг.

В конце вегетации картофеля количество  $\text{P}_2\text{O}_5$  в вариантах с органоминеральными удобрениями практически не снизилось по сравнению с исходным и фиксировалось как высокая степень обеспеченности. По сравнению с контролем содержание доступного фосфора было выше на 29,3-100,5 мг/кг. Отмечалось изменение содержания обменного калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) в прямом действии, перед посадкой картофеля, на контроле и в опытных вариантах от среднего до высоких значений (см. табл. 3). Там, где в комплексе применяли сидерат, удобрение, подпрессовый бульон и навоз содержание обменного калия превысило контроль на 15,0-81,0 мг/кг. В конце вегетации картофеля количество данного элемента не снизилось, даже произошло некоторое повышение. В варианте с массой сидерата 17,1 т/га содержание  $\text{K}_2\text{O}$  превысило контроль в 2,2 раза.

В последствии в посадках картофеля происходило дальнейшее разложение в почве органического удобрения, что привело, вследствие минерализации, к высокому содержанию обменного калия как перед посадкой, так и в конце вегетации. По сравнению с контролем содержание  $\text{K}_2\text{O}$  было выше в 1,9-3,1 раза.

Таким образом, в исследованиях в течение трех лет с момента заделки в почву сидерата, подпрессового бульона и навоза, вследствие минерализации органической части комплексного удобрения, произошли высвобождение и увеличение количества доступных форм азота, фосфора и калия в пахотном горизонте севооборота.

Различные способы воспроизводства плодородия окристых вулканических почв в прямом действии способствовали существенному увеличению урожайности картофеля. Там, где помимо сидерата применяли удобрение (NPK)<sub>120</sub> и подпрессовый бульон, урожайность увеличилась по сравнению с фоном на 2,4 т/га, где по фону вносили навоз, 40 т/га превышение было 5,2 т/га при  $\text{HCP}_{05}=2,3$  т/га (табл. 4).

### 4. Действие и последствие комплексного применения удобрений на урожайность картофеля (среднее за 2012 - 2014 гг.)

Вариант опыта	Действие		Последствие	
	урожайность, т/га	±к фон, т/га	урожайность, т/га	±к фон, т/га
Сидерат, 13,3 т/га под картофель без удобрений (контроль)	9,6	-7,1	10,8	-8,1
Сидерат, 13,3 т/га+ (NPK) <sub>120</sub> + (NPK) <sub>90</sub> под картофель - фон	16,7	-	18,9	-
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га	19,1	+2,4	18,7	-0,2
Фон + Агрофит, 1,0 т/га	18,3	+1,6	19,7	+0,8
Фон + навоз, 40 т/га	21,9	+5,2	19,7	+0,8
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	26,9	+10,2	22,2	+3,3
Сидерат, 13,3 т/га+ подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га + (NPK) <sub>90</sub> + (NPK) <sub>90</sub>	27,4	+10,7	22,6	+3,7
Фон + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	26,6	+9,9	23,0	+4,1
Сидерат, 17,1 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га+навоз, 20 т/га +(NPK) <sub>120</sub> + (NPK) <sub>120</sub>	25,8	+9,1	23,1	+4,2
$\text{HCP}_{05}$	2,3		2,9	

Максимальная урожайность клубней 25,8-27,4 т/га получена при использовании сидерата (13,3 и 17,1 т/га), навоза, 40 и 20 т/га, подпрессового рыбного бульона, 40 т/га и минеральных удобрений [(NPK)<sub>120</sub> или (NPK)<sub>90</sub>]. Прибавка по отношению к фоновому варианту варьировала в пределах 9,1-10,7 т/га (54,4-64,0%).

В последствии органических и минеральных удобрений урожайность картофеля в вариантах, где на фоне сидерата и (NPK)<sub>90</sub> применяли по отдельности подпрессовый бульон, агрофит и навоз, была на уровне фоно-

вого варианта. Совместное использование данных способов повышения плодородия почвы повысило урожайность картофеля по сравнению с фоном на 3,3 т/га (17,4%)-4,2 т/га (22,2%) при НСР<sub>05</sub>=2,9 т/га. Доза удобрений (NPK)<sub>90</sub> по эффективности была равнозначна (NPK)<sub>120</sub>. При учете энергетической эффективности количество затратной энергии было выше при применении навоза, 40 т/га на 20520 МДж/га, чем при дозе навоза 20 т/га (табл.5).

##### 5. Энергетическая эффективность применения комплекса органических и минеральных удобрений под картофель (прямое действие)

Вариант опыта	Дозы удобрений, кг д.в/га	Урожайность картофеля, т/га	Получено энергии с урожаем	Затраты совокупной энергии	Эффективность	Коэффициент энергетической эффективности
<i>Прямое действие</i>						
Сидерат, 13,3т/га под картофель без удобрений - контроль	-	9,6	35136	36032	-896	-
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	(NPK) <sub>90</sub>	27,4	100284	96160	+4124	1,04
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	(NPK) <sub>90</sub>	26,6	97356	75640	+21716	1,3
<i>Последствие</i>						
Сидерат, 13,3т/га под картофель без удобрений - контроль	-	10,8	39528	36032	+3496	1,0
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 40 т/га	(NPK) <sub>90</sub>	22,6	82716	96160	-13444	-
Сидерат, 13,3 т/га + подпрессовый бульон, 40 т/га + навоз, 20 т/га	(NPK) <sub>90</sub>	23,0	84180	75640	+8540	1,1

Энергетическая эффективность в первом случае составила 4124 МДж/га, во втором - 21716 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности равен, соответственно, 1,04 и 1,30. В последствии энергетическая эффективность отмечена лишь в варианте с пониженной дозой навоза 20 т/га, которая составила 8540 МДж/га, коэффициент энергетической эффективности соответствовал 1,1.

**Заключение.** Результаты исследований показали, что в течение трех лет после заправки в почву комплекса органических удобрений происходила постепенная минерализация с высвобождением минерального азота, доступного фосфора и обменного калия, что благоприятно отражалось на урожайности картофеля.

Применение комплекса органических (сидерат, рыбный подпрессовый бульон и навоз) и минеральных удобрений обеспечило в прямом действии существенную прибавку урожая картофеля на 2,4-10,7 т/га (14,3-64,0%) по сравнению с фоном (16,7 т/га) при НСР<sub>05</sub>=2,3

т/га. В последствии урожайность картофеля составила 22,2-23,1 т/га. Прибавка по отношению к фону была 3,2-4,2 т/га при НСР<sub>05</sub>=2,9 т/га. Коэффициент энергетической эффективности оптимальных вариантов был равен 1,1 и 1,2.

##### Литература

1. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н. и др. Прогноз потребности и платежеспособного спроса сельского хозяйства Российской Федерации на минеральные удобрения до 2020 года – ВНИИА, 2011. - 52 с.
2. Кирюшин В.И. Проблемы экологизации земледелия в России // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - №12. - С. 3-9.
3. Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии //Агрохимический вестник.- 1998.- №3.- С. 14-16.
4. Шиян В.И., Шалагина Н.М. Отчет о научно-исследовательской работе. Камчатский НИИСХ.-2006.
5. Петухов Е. А. Зоотехнический анализ кормов.- М.: - Колос, 1981. - 280 с.
6. Методика исследований по культуре картофеля. - М.: ВНИИКХ, 1967.-263 с.
7. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. - М.: РАСХН, ВИМ, ЦНИИ-МЭСХ, ВИЭСХ, 1995.- 95 с.

#### DYNAMICS OF PLANT-AVAILABLE NITROGEN, PHOSPHORUS, AND POTASSIUM DEPENDING ON THE USE OF LOCAL BIORESOURCES ON OCHREOUS VOLCANIC SOILS OF KAMCHATKA

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

*Changes in the contents of nitrate and ammonium nitrogen, available phosphorus, and exchangeable potassium in the plow soil horizon during the growth and development of potato plants at the application of green manure, fish press liquor, and manure were studied. The effect of ameliorants on the yield of potatoes and their energy efficiency were considered.*

*Keywords: nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, available phosphorus exchangeable potassium, agrochemical soil properties, potato yield, organomineral fertilizers, energy efficiency.*