

Н.М. ШАЛАГИНА

Влияние однолетних сидеральных культур в смешанных посевах на агрофизические свойства пахотного горизонта почвы и урожайность картофеля

Выявлено положительное влияние двухкомпонентных сидеральных смесей на агрофизические свойства почв Камчатки и урожайность картофеля. Применение рапса ярового в сочетании с овсом и викай яровой позволило повысить урожайность надземной массы и корневых и пожнивных остатков по сравнению с одновидовым посевом рапса в среднем на 70,20 %, или на 16,94 т/га по сравнению с одновидовым посевом рапса. Сочетание горчицы белой с редькой масличной способствовало увеличению биомассы по сравнению с одновидовым посевом горчицы белой на 14,82 т/га (46,9 %), общая биомасса составила 46,43 т/га. В целом смеси однолетних сидеральных культур в различных сочетаниях обеспечили накопление сырой биомассы в пахотном горизонте в объеме 33,67–57,58 т/га. Наиболее эффективной была смесь редьки масличной с викай яровой – биомасса достигала 57,58 т/га. Выявлено, что содержание азота в двухкомпонентных сидеральных смесях было больше на 12,49 кг/га (10,6 %) – 73,17 кг/га (118,5 %), чем в однокомпонентных. Наиболее высокое содержание азота отмечалась в сидеральных смесях с викай яровой. Количество фосфора в двухкомпонентных смесях было выше, чем в однокомпонентных одновидовых, на 23,89–72,84 кг/га, или на 22,42–68,36 %. Сидеральные двухкомпонентные смеси рапса ярового с овсом и викай яровой на фоне (NPK)₉₀ в прямом действии существенно увеличили урожайность картофеля: прибавка по сравнению с одновидовым посевом рапса составила 3,83 т/га (27,8 %) и 4,55 т/га (33,0 %). Двухкомпонентные сидеральные смеси улучшили физические свойства почвы (содержание макроагрегатов достигало 77,0–78,5 %, плотность – 0,66 г/см³: произошло некоторое разрыхление пахотного слоя под влиянием корневой системы сидератов).

Ключевые слова: однолетние сидеральные культуры, одновидовые, двухкомпонентные, азот, фосфор, урожайность, картофель.

Influence of annual green manure crops in mixed crops on agrophysical properties of soil plough-layer and potato yield. N.M. SHALAGINA (Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Kamchatsky Krai, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The positive influence of two-component green manure mixtures on agrophysical soil properties in Kamchatka and on potato yield is revealed. Applying spring rape in combination with oat and spring vetch increased the productivity of aboveground mass and root-crop residues as compared to the one-species rape planting by 70.20 % on average or by 16.94 t/ha as compared to the one-species rape planting. A combination of a white mustard with an oilseed radish contributed to an increase in biomass compared to a single-wheat sowing of the white mustard by 14.82 t/ha (46.9 %), the total biomass made up 46.43 t/ha. Overall mix of annual green manure crops in various combinations provided an accumulation of raw biomass in the plough layer to 33.67–57.58 t/ha. The most effective was a mixture of an oilseed radish and a spring vetch – harvest biomass reached 57.58 t/ha. The analysis revealed that the nitrogen content in two-component green-manured mixtures was 12.49 kg/ha (10.6 %) – 73.17 kg/ha (118.5 %) more than in one-component green-manured mixtures. The highest nitrogen content was observed in green manure mixtures with a spring vetch. The amount of phosphorus in two-component mixtures was higher than in single – species crops by 23.89–72.84 kg/ha or by 22.42–68.36 %. Two-component green manure mixtures of a spring rape with an oat and a spring vetch in the background (NPK)₉₀ in a direct influence significantly increased the yield of potatoes: the increase compared to a single-rape

ШАЛАГИНА Наталья Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка). E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

sowing amounted to 3.83 t/ha (27.8 %) and 4.55 t/ha (33.0 %). Two-component green manure mixtures improved the physical properties of the soil (the content of macroaggregates reached 77.0–78.5 % and the density – 0.66 g/cm³ – there was some loosening of the plow layer under the influence of the root system of green manure).

Key words: annual green manure crops, single-species, two-component, nitrogen, phosphorus, yield, potatoes.

Концепция современного земледелия предусматривает освоение мер по биологизации севооборотов, изучение биологических источников воспроизводства почвенного плодородия, использование зеленой массы многолетних и однолетних трав в качестве сидератов. При этом сидераты нужно рассматривать не только как источник биогенных элементов, но подчас в большей мере как способ, ограничивающий их непроизводительные потери из почвы и обеспечивающий более высокую усвояемость культурными растениями. Как установлено наукой и практикой, для пополнения количества органического вещества в почве наиболее эффективно применение сидеральных культур и их смесей. Необходимо создавать комплексы из разновидовых растений, обладающих в чистых посевах теми или иными достоинствами, нужен поиск альтернативных вариантов [2].

Важное значение в возмещении потерь органического вещества и накоплении его в почве принадлежит «зеленым удобрениям». Легкие охристые вулканические почвы Камчатки подвержены быстрому развитию эрозионных процессов на пашне с потерей гумуса до 40 %. Для сохранения почвенного плодородия необходимо использовать природные биологические средства с включением в севооборот сидеральных культур. Климатические условия Камчатки позволяют применять в качестве зеленого удобрения культуры, не имеющие распространения в сельскохозяйственном производстве (горчица белая, вика яровая, редька масличная, люпин узколистный, фацелия) [6, 7]. Рационально использовать сидеральные культуры не только в одновидовых посевах, но и в различных сочетаниях. Это позволяет избежать быстрой минерализации зеленой массы одних растений (капустных, бобовых) и, напротив, ускорить разложение других (соломистую часть злаковых), определить влияние сидеральных смесей на продуктивность культур севооборота и плодородие охристых вулканических почв.

Цель исследований – изучить однолетние сидеральные культуры в смешанных посевах для выявления эффективного метода улучшения и сохранения почвенного плодородия в короткороотационном севообороте и их влияние на урожайность картофеля.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2017–2018 гг. в стационарных опытах в первом и втором полевом севообороте (сидеральный пар – картофель – картофель), на легкой по гранулометрическому составу охристой вулканической почве со средним (38,0 мг/кг) содержанием нитратного, высоким (110,0 мг/кг) – аммонийного азота, средним (54,0 мг/кг) содержанием подвижного фосфора и высоким – обменного калия (205 мг/кг); рН (солевое) 6,0. Общий азот определяли по Кьельдалю, подвижный фосфор и обменный калий – по Кирсанову, кислотность почвенного раствора – потенциметрически. Почвенные и растительные анализы выполняли на базе лаборатории агрохимических анализов института с использованием пламенного фотометра, спектрофотометра, иономера, фотокалориметра.

Площадь посевной делянки на сидератах 151,2 м², на картофеле – 25,2 м², общая площадь опыта под каждой культурой 14 608 м². Исследования проводили в двух повторениях на сидератах и в трех повторениях на картофеле. Под сидераты и картофель вносилось удобрение из расчета (NPK)₉₀ действующего вещества (в туках диаммофоска 270 кг/га, мочевины 127 кг/га). Полевые и лабораторно-аналитические исследования почв и растений выполняли согласно известным методикам [1, 3–5]. Схемы опытов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Урожайность однолетних сидеральных культур в первом поле севооборота
(среднее по двум закладкам), т/га**

Вариант опыта	Сырая биомасса		Всего	Сухое вещество		Всего
	надземная	корнепоживная		надземное	корнепоживное	
Рапс яровой 12 кг/га	19,0	5,13	24,13	4,74	1,53	6,27
Рапс яровой 6 кг/га + овес 90 кг/га	35,0	6,12	41,12	6,93	1,77	8,70
Рапс яровой 6 кг/га + вика яровая 90 кг/га	34,1	6,92	41,02	5,92	1,14	7,06
Горчица белая 18 кг/га	26,0	5,61	31,61	5,33	1,90	7,23
Горчица белая 9 кг/га + овес 90 кг/га	27,5	6,17	33,67	6,46	1,30	7,76
Горчица белая 9 кг/га + вика яровая 90 кг/га	28,8	6,06	34,86	6,30	1,09	7,39
Горчица белая 9 кг/га + редька масличная 10 кг/га	38,5	7,93	46,43	5,56	2,94	8,50
Редька масличная 20 кг/га	38,0	10,74	48,74	5,44	1,76	7,20
Редька масличная 10 кг/га + вика яровая 90 кг/га	46,3	11,28	57,58	6,24	1,70	7,94

Таблица 2

Содержание питательных веществ в корнепоживных остатках сидеральных культур

Вариант опыта	Урожайность корнепоживной массы (сухое вещество), т/га	Содержание в сухом веществе, %		Поступление с корнепоживной массой, кг/га		Всего поступило, кг/га	
		N	P	N	P	N	P
		Рапс яровой	1,53	1,01	1,95	15,45	29,83
Рапс яровой + овес	1,77	0,79	1,85	13,98	32,74	103,99	102,04
Рапс яровой + вика яровая	1,14	1,25	1,60	14,25	18,25	128,50	95,20
Горчица белая	1,90	0,84	1,40	15,96	26,60	118,29	106,55
Горчица белая + овес	1,30	2,01	1,40	26,13	18,20	130,78	105,41
Горчица белая + вика яровая	1,09	1,71	1,43	18,64	15,59	145,90	179,39
Горчица белая + редька масличная	2,94	0,84	1,60	24,69	47,04	74,17	130,44
Редька масличная	1,76	0,82	1,90	14,43	33,44	61,76	170,24
Редька масличная + вика яровая	1,70	1,22	2,10	20,74	35,70	134,93	210,42

Результаты исследований

Из данных табл. 1 видно, что сырая биомасса (надземная часть + корнепоживные остатки) двухкомпонентных смесей «рапс яровой + овес» и «рапс яровой + вика яровая» превысила одновидовой посев рапса на 16,99 и 16,89 т/га (70,41 и 16,99 % соответственно). По содержанию сухого вещества увеличение составило 2,43 (38,76 %) и 0,79 т/га (12,59 %).

Двухкомпонентные смеси горчицы белой с овсом и викой яровой по урожайности сырой биомассы были эффективнее одновидового посева горчицы соответственно на 2,06 (6,52 %) и 3,25 т/га (10,28 %), сочетание горчицы белой с редькой масличной способствовало увеличению биомассы на 14,82 т/га (46,88 %). По содержанию сухого вещества превышение в биомассе данных смесей по сравнению с чистым посевом горчицы составило соответственно 0,53 т/га (7,33 %), 0,16 т/га (2,21 %) и 1,27 т/га (17,57 %). Применение двухкомпонентной смеси редьки масличной и вика яровой по урожайности биомассы было эффективней чистого посева редьки масличной на 8,85 т/га (18,14%), по количеству сухой массы прибавка составила 0,74 т/га (10,28 %). При анализе содержания питательных

веществ в сидератах нами отмечено, что в почву с биомассой поступило азота больше с сидеральными смесями: рапс + овес и рапс + вика яровая соответственно на 31,19 и 55,70 кг/га, или на 42,84 и 76,51%, при 72,80 кг/га на рапсе яровом (табл. 2, 3). Сидеральные смеси горчицы белой с овсом и викой яровой по содержанию азота в биомассе также превысили одновидовой посев горчицы на 12,49 кг/га (10,56 %) и 27,61 кг/га (23,34 %) соответственно. Наибольшее увеличение количества азота в наших исследованиях отмечалось в случае использования смеси редьки масличной с викой яровой – на 73,17 кг/га (118,47 %) выше, чем при чистом посеве редьки масличной. Наибольшее содержание азота выявлено в сидеральных смесях с викой яровой.

Таблица 3

Содержание питательных веществ в однолетних сидеральных культурах

Вариант опыта	Урожайность, т/га		Содержание в сухом веществе, %		Поступление в почву с зеленой массой, кг/га	
	зеленая масса	сухое вещество	N	P	N	P
Рапс яровой	19,00	4,74	1,21	1,70	57,33	80,58
Рапс яровой + овес	35,00	6,93	1,30	1,00	90,00	69,30
Рапс яровой + вика яровая	34,10	5,92	1,93	1,30	114,25	76,96
Горчица белая	26,00	5,33	1,92	1,50	102,33	79,95
Горчица белая + овес	27,50	6,46	1,62	1,35	104,65	87,21
Горчица белая + вика яровая	28,80	6,30	2,02	2,60	127,26	163,80
Горчица белая + редька масличная	38,50	5,56	0,89	1,50	49,48	83,40
Редька масличная	38,00	5,44	0,87	1,90	47,33	103,36
Редька масличная + вика яровая	46,30	6,24	1,83	2,80	114,19	174,72

Количество фосфора, поступившего с сидеральной массой в почву, было выше при использовании двухкомпонентных смесей: горчица белая + вика яровая и горчица белая + редька масличная; превышение по сравнению с одновидовым посевом горчицы составило соответственно 72,84 кг/га (68,36 %) и 23,89 кг/га (22,42 %). В смеси редьки масличной с викой яровой количество фосфора составило 210,42 кг/га, что выше, чем в чистом посеве редьки масличной, на 40,18 кг/га (23,60 %). Применение различных смесей однолетних сидеральных культур в комплексе с удобрением в дозе (NPK)₉₀ в прямом действии увеличивало урожайность картофеля: двухкомпонентные смеси рапса ярового с овсом и викой яровой в сравнении с однокомпонентным посевом рапса дали достоверную прибавку

Таблица 4

Влияние смесей сидеральных культур на урожайность картофеля, т/га

Вариант опыта	(NPK) ₉₀	Разница по сравнению с одновидовыми посевами
Рапс яровой	13,76	–
Рапс яровой + овес	17,59	+3,83
Рапс яровой + вика яровая	18,31	+4,55
Горчица белая	15,70	–
Горчица белая + овес	15,60	–0,1
Горчица белая + вика яровая	17,58	+1,88
Горчица белая + редька масличная	17,13	+1,43
Редька масличная	16,34	–
Редька масличная + вика яровая	18,58	+2,24
HCP ₀₅	3,55	

Примечание. Здесь и в табл. 5 прочерк – в качестве контроля взяты одновидовые посева.

Плотность сложения почвы в посевах сидеральных культур в различных слоях, г/см³

Вариант опыта	0–5 см	6–10 см	11–15 см	Средняя величина в слое 0–5 см	Разница по сравнению с одновидовыми посевами
Рапс яровой	0,66	0,64	0,69	0,66	–
Рапс яровой + овес	0,59	0,60	0,60	0,60	–0,06
Рапс яровой + вика яровая	0,56	0,63	0,63	0,60	–0,06
Горчица белая	0,66	0,66	0,86	0,72	–
Горчица белая + овес	0,69	0,75	0,90	0,78	+ 0,06
Горчица белая + вика яровая	0,58	0,63	0,66	0,62	–0,10
Горчица белая + редька масличная	0,66	0,73	0,73	0,70	–0,02
Редька масличная	0,73	0,73	0,83	0,76	–
Редька масличная + вика яровая	0,67	0,67	0,69	0,68	–0,08

урожая картофеля на 27,83 и 33,06 % соответственно (табл. 4). Двухкомпонентные смеси горчицы белой с викой яровой и редькой масличной, а также редьки масличной с викой яровой увеличили урожайность картофеля по сравнению с одновидовыми посевами соответственно на 11,98; 9,10 и 13,70 %.

Известно, что плотность сложения почвы определяет доступность влаги, воздуха и элементов питания (азота, фосфора и калия) при возделывании культуры. Сидеральные культуры благоприятствовали улучшению физических свойств пахотного слоя почвы. Из данных табл. 5 видно, что плотность сложения почвы в слое 0–15 см при использовании двухкомпонентных смесей (рапс яровой + овес и рапс яровой + вика яровая) была на 9,10 % ниже, чем при одновидовых посевах. Отмечалось некоторое уплотнение почвы (на 8,33 %) по сравнению с одновидовым посевом горчицы в варианте горчица + овес.

Использование в двухкомпонентных сидеральных смесях горчицы белой с викой яровой и редькой масличной способствовало в среднем снижению плотности почвы по сравнению с одновидовыми посевами горчицы и редьки масличной соответственно на 16,13 и 2,86 %. Таким образом, корневая система сидеральных смесей способствовала разрыхлению пахотного слоя почвы, что было оптимальным для роста и развития картофеля. Наметилась тенденция некоторого уплотнения почвы с увеличением глубины пахотного слоя. Наблюдался хороший структурный состав почвы в посевах сидеральных культур: содержание макроагрегатов размером 0,5–7,0 мм составляло по вариантам опыта в среднем 77,0–78,5 %.

Заключение

В результате исследований отмечено увеличение биомассы двухкомпонентных сидеральных смесей на 6,52–70,41 % и 2,21 – 76,51 % по сравнению с одновидовыми посевами. По содержанию сухого вещества наиболее эффективны смеси рапса ярового с овсом и горчицы белой с редькой масличной, превышение над однокомпонентными посевами составило 38,76 и 17,57 % соответственно. Количество азота в биомассе двухкомпонентных сидеральных смесей превысило его содержание в одновидовых посевах на 12,49–73,17 кг/га, в среднем на 64,50 %; преимущество отмечалось при использовании смеси редьки масличной с викой яровой. Количество фосфора в двухкомпонентных сидеральных смесях было на 22,42–68,36 % выше, чем в однокомпонентных посевах. В посевах сидератов улучшились физические свойства почвы (структурное состояние и плотность) вследствие разрыхления почвы под действием корневой системы сидератов.

Таким образом, результаты исследований подтверждают эффективность использования двухкомпонентных сидеральных смесей в различных сочетаниях по сравнению с одновидовыми посевами как по урожайности, так и по накоплению питательных веществ

(азота и фосфора) в биомассе. Сидеральные смеси в комплексе с удобрением $(NPK)_{90}$ в прямом действии способствовали повышению урожайности картофеля на 9,10–33,06 % по сравнению с одновидовыми посевами. Запашка сидератов позволила снизить дозу удобрений под картофель с $(NPK)_{120}$ до $(NPK)_{90}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Беляк В.Б. Эффективность сидеральных смесей // Земледелие. 2008. № 4. С. 28–29.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
4. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию. М.: Колос, 1977. 315 с.
5. Петухова Е.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: Колос, 1981. 280 с.
6. Ряховская Н.И., Шалагина Н.М., Шиян В.И. и др. Система земледелия Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. 65 с.
7. Шалагина Н.М., Ряховская Н.И. Применение сидеральных культур и органоминеральных удобрений в севообороте – эффективный способ повышения плодородия охристых вулканических почв Камчатки // Плодородие. 2018. № 2. С. 46–48.