

**УДОБРИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ЯКУТИИ**

FERTILIZER VALUE AND CHEMICAL COMPOSITION SIDERAL
CULTURES IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA



УДК 631.874.2

DOI:10.24411/2588-0209-2019-10061

Борисова Дария Васильевна, аспирант, ФГБУН ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова» (677001, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7666-5207>, dariya.borisova.92@mail.ru.

Николаева Февронья Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Технологии и оборудования лесного комплекса», ФГБУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия» (677007, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Сергеляхское шоссе, 3 км, дом 3), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5709-2012>, yad250673@mail.ru.

Охлопкова Полина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
ФГБУН ЯНЦ СО РАН «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова» (677001, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>.

Borisova D.V., graduate student, FRC YaSC SB RAS M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture (23/1, Bestuzheva-Marliskogo str., Yakutsk city, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7666-5207>, dariya.borisova.92@mail.ru

Nikolaeva F.V., candidate of agricultural sciences, associate professor Technologies and equipment of the forest complex FSBI of HE Yakut State Agricultural Academy (h. 3, 3 km Sergelyakhskoe highway, Yakutsk city, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5709-2012>, yad250673@mail.ru.

Okhlopkova P.P., doctor of agricultural sciences, chief researcher fellow FRC YaSC SB RAS M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture (23/1, Bestuzheva-Marliskogo str., Yakutsk city, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0007-5359-6299>.

Аннотация

В статье изложены результаты исследований по использованию сидеральных удобрений при возделывании картофеля в условиях Центральной Якутии. Для воспроизводства плодородия мерзлотных почв экологически безопасным источником обогащения почвы органическим веществом являются сидеральные удобрения. Цель исследований – изучить агроэнергетическую эффективность возделывания сидеральных удобрений в картофельно-кормовом севообороте в условиях Центральной Якутии. Полевые опыты проводились в 2015 – 2017 гг. на орошаемом стационаре «Бэлэнтэй» Центрально-Якутской низменности Республики Саха (Якутия). Почва опытного участка мерзлотно черноземно-лугово легкосуглинистая солончаковатая; содержание гумуса в пахотном слое почвы перед закладкой опыта (2015 г.) составляло 3,2%, P₂O₅ – 125,0 мг/кг, K₂O – 292,0 мг/кг, N_{общ.} – 0,31 %. Установлено, что в условиях Центральной Якутии на мерзлотных черноземно-лугово почвах, при запашке одинаковой зеленой надземной массы сидератов в 100 ц/га с овса

в качестве сидерата в почву поступает азота 150,2 кг/га, фосфора 40,5 кг/га, калия 95,7 кг/га, а при запашке донника соответственно: 278; 113,3; 134,8 кг/га и горохоовсяной смесью 121,8; 41,8 и 116,8 кг/га. При возделывании картофеля, наиболее эффективной сидеральной культурой является горохоовсяная смесь. Запашка 60-65 ц/га зеленой массы горохоовсяной смеси обеспечивает урожай картофеля 13,3 т/га, с прибавкой урожая на 2,3 т/га, с выходом товарных клубней 75%.

Annotation

The article presents the results of studies on the use of green manure in the cultivation of potatoes in the conditions of Central Yakutia. For the reproduction of permafrost soils, green manure is an environmentally friendly source of soil enrichment with organic matter. The purpose of the research is to study the agro-energy efficiency of cultivation of green manure in potato-fodder crop rotation in the conditions of Central Yakutia. Field experiments were conducted in 2015 - 2017. on the irrigated area "Belentei" in Central Yakutia of the Republic of Sakha (Yakutia). The soil of the experimental site is permafrost chernozem-meadow lekgos loamy solonchakous; the humus content in the arable layer of the soil before laying the experiment (2015) was 3,2%, P₂O₅ – 125,0 mg/kg, K₂O – 292,0 mg/kg, N – 0,31%. It has been established that in the conditions of Central Yakutia on permafrost chernozem-meadow soils, when the same green aboveground weight of siderates is plowed at 100 kg/ha, oats enter the soil as nitrogen 150,2 kg/ha, phosphorus 40,5 kg/ha, potassium 95,7 kg/ha, and when plowing sweet clover, respectively: 278; 113,3; 134,8 kg/ha and pea-oat mixture 121,8; 41,8 and 116,8 kg/ha. When cultivating potatoes, the most effective sideral crop is a pea-oat mixture. Plowing 60-65 c/ha of green mass of pea-oat mix provides a potato crop of 13,3 t/ha, with a yield increase of 2,3 t/ha, with a yield of marketable tubers of 75%.

Ключевые слова: сидеральные культуры, мерзлотные почвы, химический состав, удобрительная ценность, мортмасса.

Key words: *sidereal cultures, permafrost soils, chemical composition, fertilizer value, mortmass*

Для воспроизводства плодородия мерзлотных почв необходим дополнительный источник органического материала. Экологически безопасным источником обогащения почвы органическим веществом являются сидеральные удобрения. В специфических условиях Центральной Якутии (короткий вегетационный период, небольшое количество осадков и неравномерное их распределение, холодные и бедные почвы, непромывной характер почвообразования) с учетом поздних сроков уборки сельскохозяйственных культур эффективность сидератов достаточно не изучена. В связи с этим нами проводятся многолетние исследования на базе Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства по изучению влияния сидеральных удобрений на продуктивность сельскохозяйственных растений, а также на повышение и сохранения плодородия мерзлотных почв Якутии.

Цель исследований – изучить агроэнергетическую эффективность возделывания сидеральных удобрений в картофельно-кормовом севообороте в условиях Центральной Якутии.

Следует отметить три важнейших фактора, под воздействием которых складывается конечный эффект влияния зеленого удобрения: количество запахиваемой при удобрении массы, состояние погоды и почвы. Все три фактора являются неизменно действенными в каждом случае применения зеленого удобрения. Каждый из них обладает резко выраженным самостоятельным и специфическим действием. Их влияние, взаимно перекрещиваясь, затмевает картину влияния каждого в отдельности и, поэтому большой интерес представляет масса запахиваемой культуры.

Методика исследований. Полевые опыты проводятся в научных стационарах лабораторий картофелеводства и агроэкологии в Хангаласском районе на участке «Бэлэнтэй». Закладка полевого опыта, наблюдения и учеты проводились согласно по «Методики исследований по культуре картофеля» [1] и «Методике полевого опыта» [2].

Анализы по определению химического состава сидеральных культур проводятся по общепринятым методикам в лаборатории Переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ на инфракрасном анализаторе «Инфранид 61» на основе калибрования, физико-химических свойств – по методике «Агрохимические исследования почв».

Статистическая обработка экспериментальных данных проводится программой пакета СНЕДЕКОР разработки О.Д.Сорокина (СибНИИ СХМ СО РАСХН) и MicrosoftExcel 2003, Первичная математическая обработка результатов опыта проведен методом дисперсионного анализа по Доспехову Б. А.

В качестве сидеральных культур использовали овес, горохоовсяная смесь, донник Белый Немюгюнский. Посев сидератов проводится вдоль, вспашка поперек. Ежегодно каждый севооборот имел полное количество полей, которые развернуты во времени. Общая площадь делянки – 300 м², учетной делянки – 252 м². Повторность четырехкратная. В качестве контрольного варианта возделывались картофель сорт Якутянка.

Полевые опыты проводили на орошаемом стационаре «Бэлэнтэй» в 2015-2017 гг., расположенном на территории Центрально-Якутской низменности, второй надпойменной террасе р. Лена, в Хангаласском улусе (районе) Республики Саха. Почва опытного участка мерзлотно черноземно-лугово солончаковатая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Объекты исследований: сидеральные культуры,

Схема опыта

1. Контроль – картофель монокультура;
2. Овес на запашку – картофель - картофель;
3. Донник – донник на запашку - картофель;
4. Горохоовсяная смесь на запашку – картофель – картофель.

Все приемы обработки почвы, внесения удобрений, посев, уход за растениями в опытах выполнялись согласно зональной системе земледелия, разработанной Якутским НИИ сельского хозяйства [3].

Вегетационного периода 2015 г. характеризует засушливые погодные условия гидротермический коэффициент (ГТК) с мая по август составил 0,51 при норме ГТК за это время 0,88. Среднемесячная температура воздуха в мае составила 6,5°С. Осадков выпало в 1,13 раз выше среднемноголетнего. Июнь был прохладным, осадков выпало меньше нормы на 4,3 мм. Максимальной температура воздуха достигала +31,2 °С и +49°С почвы. Июль выдалась жарким с суховеями. Осадков за июль выпало ниже нормы в 3,8 раза (14,2 мм против 53,7 мм). В августе стояла жаркая погода с максимальной температурой воздуха достигшей до +32,8°С и на почве до +48 °С с суммой осадков ниже уровня среднемноголетней нормы в 2,4 раза. Вегетационный период 2016 г. характеризовался ранней, холодной, продолжительной весной, с

обильными осадками в июле, августе, затяжной осенью. Сумма осадков за вегетационный период составила 165,5 мм, при норме 127,0 мм. Метеорологические условия вегетационного периода 2017 г. характеризовался близким к норме среднесуточными температурами воздуха, засушливым маем, июнем и августом, переувлажненным июлем (83,4 мм) и сентябрем (73,0 мм), что составляет на 181,3-278,8% выше среднегодовой нормы.

Результаты исследований.

Результаты исследований показали, что сидеральные культуры при запашке в засушливый год формировали низкий урожай надземной массы. В этот год особенно неудачным оказались посеы донника. В среднем надземная масса овса составляет от 31,6 до 77,3 ц/га, донника на сидеральное удобрение 31,5-37,5 ц/га, запашка горохоовсяной смеси 44,4-77,0 ц/га.

Анализ экспериментальных данных показывает, что перед запашкой сидератов и в контрольных вариантах остается неразложившихся органических остатков 26,5-33,1 ц/га в абсолютно сухом состоянии (табл.1).

Замедление темпов роста и развития растений в первой половине вегетации, оказывали влияние на формирование минимальной массы сидеральных культур. Повышение запахиваемой массы отмечается в конце вегетации.

Таблица 1 - Биомасса сидератов, поступающая в пахотный слой почвы, ц/га

№	Сидераты	Наземная масса		Корни+мортмасса*		Всего биомассы	
		Сырая	Абсолютно сухое вещество	Сырая	Абсолютно сухое вещество	Сырая	Абсолютно сухое вещество
1	К - картофель на фоне минер. удобрений	-	-	85,2	33,1	85,2	33,1
2	Овес	31,6	8,2	126,6	22,8	158,2	31,0
3		48,7	10,2	144,1	40,3	192,8	50,5
4		50,3	13,1	146,6	36,7	196,9	49,8
5		71,6	22,2	167,9	53,7	239,5	75,9
6		67,3	18,2	187,2	48,6	254,5	66,8
7		66,7	17,3	134,1	25,5	200,8	42,8
8		72,2	15,2	130,4	26,1	202,3	41,3
9		77,3	20,1	172,7	53,5	250,0	73,6
10		76,7	23,8	172,9	50,1	249,6	73,9
среднее		62,5	16,5	153,6	39,7	216,1	56,2
НСР ₀₅						1,9	
11	Донник	32,7	5,2	100,2	29,8	132,9	35,0
12		32,0	4,9	103,6	32,7	135,6	37,6
13		31,5	4,7	103,6	36,6	135,1	41,3
14		33,4	5,6	113,4	44,2	146,8	49,8
15		36,1	6,9	125,5	57,7	161,6	64,6
16		36,0	7,4	122,5	50,2	158,5	57,6

17		36,8	7,9	128,4	62,3	165,2	70,2
18		37,5	8,6	154,1	63,9	191,6	72,5
19		36,6	7,1	134,6	61,9	171,2	69,6
среднее		34,7	6,5	120,7	51,0	155,4	55,3
НСР ₀₅						1,8	
20	Горохоовсяная смесь	44,4	10,7	127,1	33,0	171,5	43,7
21		52,1	14,6	149,4	32,8	201,5	47,4
22		52,8	14,3	155,8	29,6	208,6	43,9
23		60,0	15,0	174,0	62,6	234,0	77,6
24		75,9	19,7	198,6	47,7	274,5	67,4
25		72,8	16,0	207,2	68,4	280,0	84,4
26		77,0	18,5	214,3	60,0	291,3	78,5
27		76,0	17,5	199,3	51,7	275,0	69,2
28		77,0	22,3	191,9	42,2	268,9	64,5
среднее		65,3	16,5	179,7	47,6	245,0	64,1
НСР ₀₅						2,9	

Примечание: мортмасса* - растительные остатки прошлых лет

Несмотря на то, что урожайность зеленой массы донника составила на 27,8 и 30,3 ц/га ниже, по сравнению с овсом и горохоовсяной смесью, поступающая в пахотный слой почвы, абсолютно сухая биомасса (наземная, корни, растительные остатки прошлых лет) у всех сидеральных культур была практически одинаковой, варьируя в пределах 56,2-64,1 ц/га.

Учет накопления органического вещества в сидеральных парах показал, что масса абсолютно сухого вещества, включающая фитомассу сидеральных культур (живое растительное вещество текущего года) и мортмассу (растительные остатки прошлых лет), варьировала в пределах 155,4-245,0 ц/га.

При использовании на сидерат овса и донника запасы азота в накопленном органическом веществе составили на 17,4 кг/га больше, по сравнению с вариантами заправки горохоовсяной смеси. Однако, при использовании на сидерат горохоовсяной смеси, запасы калия в органическом веществе почвы выше, по сравнению с донниковым паром на 29,1 кг/га, а поступление фосфора во всех вариантах заправки сидератов почти одинаковое и составляет 25,3-39,3 кг/га.

В условиях 2015-2016 гг. в абсолютно сухом веществе всей фитомассы (надземная масса + корни и мортмасса) овса (56,2 ц/га) содержание азота составило 93,9 кг/га, фосфора – 25,3 кг, калия – 59,8 кг, в фитомассе донника (55,3 ц/га) соответственно: 96,6; 39,3; 46,8 кг/га и фитомассе горохо-овсяной смеси (64,1 ц/га), соответственно: 79,2; 27,2; 75,9 кг/га (табл. 2).

Таблица 2 - Удобрительная ценность сидератов (2015 – 2016 гг.)

	Овес	Донник	горохоовсяная
--	------	--------	---------------

				смесь
1	Урожай зеленой массы, ц/га	62,5	34,7	65,3
2	Урожай АСВ, ц/га	16,5	6,5	16,5
3	Содержание в АСВ*, % N	1,15	1,43	1,47
	Р	0,36	0,35	0,35
	К	1,67	1,41	1,08
4	Поступление с надземной массой в почву, кг/га N	18,9	9,3	24,2
	Р	5,95	2,3	5,8
	К	27,6	9,2	17,8
5	Урожайность АСВ корней+мортмасса*, ц/га	39,7	48,8	47,6
6	Содержание в АСВ корней+мортмассы*, % N	1,89	1,79	1,29
	Р	0,49	0,47	0,45
	К	0,81	0,77	1,22
7	Поступило с корнями и мортмассой*, кг/га N	75,0	87,3	61,4
	Р	19,4	37,0	21,4
	К	32,2	37,6	58,1
8	Всего поступило, кг/га N	93,9	96,6	79,2
	Р	25,3	39,3	27,2
	К	59,8	46,8	75,9

Примечание: АСВ* - абсолютно сухое вещество

Следовательно, при заашке одинаковой зеленой надземной массы сидератов в 100 ц/га с овса в качестве сидерата в почву поступает азота 150,2 кг/га, фосфора 40,5 кг/га, калия 95,7 кг/га, а с донниковым паром соответственно: 278; 113,3; 134,8 кг/га и горохоовсяной смесью 121,8; 41,8 и 116,8 кг/га. Для сравнения – при заашке в паровом поле 30 т/га навоза с содержанием в нем 0,5% азота, 0,24% фосфора и 0,53% калия в почву поступает азота 150 кг/га, фосфора 72 кг/га и калия 159 кг/га [4].

В исследованиях ряда авторов отмечено, что заделка в почву на зеленое удобрение 43-123 ц/га донника, гороха 107-298 ц/га, поступает в почву 101-366 ц/га органического вещества [5, 6, 7].

Таким образом, с донниковым сидератом в почву возвращалась 96,6 кг/га азота, что на 17,4 кг/га больше, чем горохоовсяной смесью. В целом удобрительная ценность донника была выше злакового сидерата.

Химический состав запахиваемых сидеральных культур во многом определяют их качество как сидеральное удобрение (табл. 3).

Таблица 3 - Химический состав сидеральных культур перед заашкой на зеленое удобрение в 2015 г.

де ра	Сроки отбора	Химический состав запахиваемой массы, в % на абсолютно сухое вещество
----------	--------------	-----------------------------------------------------------------------

	образцов	протеин	жир	клетчатка	зола	фосфор	кальций	углеводы	БЭВ
овес	июль	9,13	4,02	32,49	10,18	0,35	1,10	3,92	44,18
	август	8,92	3,56	31,03	8,96	0,36	1,19	4,37	47,53
	сентябрь	8,87	3,78	30,15	9,79	0,36	1,15	4,15	47,41
донник	июль	19,03	3,35	29,99	9,42	0,36	1,06	4,08	38,21
	август	17,66	3,45	27,91	9,24	0,35	1,02	4,05	41,47
	сентябрь	14,77	3,34	29,21	9,04	0,34	0,97	4,01	43,64
Горохоовсяная смесь	июль	15,43	3,37	27,38	9,17	0,35	1,08	3,15	44,65
	август	8,17	3,41	25,62	9,25	0,35	1,13	3,53	53,55
	сентябрь	6,67	3,29	26,24	8,89	0,35	1,17	3,90	54,91

Изучение качественного состава зеленой массы сидеральных культур показало, что содержание элементов питания значительно изменялась по видам сидератов. В среднем, по вариантам запашки более высокое содержание протеина выявлено в зеленой массе донника 14,77-19,03%. Однако, в фазу цветения в ранние сроки запашки донника, наблюдалось большее накопление сырого протеина и составляют 19,03%, чем варианты поздних сроков запашки. Такие же данные наблюдаются во всех вариантах запашки сидеральных культур. Содержание сырого протеина, клетчатки, фосфора, жира по мере старения растений снижалось, а содержание кальция БЭВ – повышалось (табл. 3).

Таким образом, удобрительная ценность сидеральных культур при поступлении органических веществ с сидеральными культурами сопоставимо с внесением 30 т/га навоза.

Учет урожая проводили методом сплошной копки. Урожайность составляла в пределах 11-13,3 т/га. Клубни сорта Якутянка по урожайности оказались отзывчивее на посадку после запашки горохоовсяной смеси, прибавка составила 3 т/га.

Таблица 4 - Влияние предшественников на урожайность картофеля в среднем за годы исследований, в т/га

Год	Вид севооборота			
	Картофель бессменно	Овес	Горохоовсяная смесь	Донник
2015-2017	11,0	12,7	13,3	12,0
НСР ₀₅ т/га	1,5			

Вывод. В условиях Центральной Якутии на мерзлотных лугово-черноземных почвах, установлено, что при запашке одинаковой зеленой надземной массы сидератов в 100 ц/га с овса в качестве сидерата в почву поступает азота 150,2 кг/га, фосфора 40,5 кг/га, калия 95,7 кг/га, а с донниковым паром соответственно: 278; 113,3; 134,8 кг/га и горохоовсяной смесью 121,8; 41,8 и 116,8 кг/га.

При возделывании картофеля, наиболее эффективной сидеральной культурой является горохоовсяная смесь. Запашка 60-65 ц/га зеленой массы горохоовсяной смеси обеспечивает урожай картофеля 13,3 т/га, с прибавкой урожая на 2,3 т/га, с выходом товарных клубней 75%.

Список использованной литературы

1. Методика исследований по культуре картофеля. М.: Колос, 1967. – 263 с.
2. Доспехов Б.Н. Методика полевого опыта. / Б.Н. Доспехов. – М: Колос, 1979. – 416 с.
3. Система ведения сельского хозяйства в Республике Саха (Якутия) на период 2016-2020 годы // методическое пособие / Степанов А.И., Тимофеева М.С., Винокурова В.С., Николаева Ф.В. и др. - Кемерово, 2017. – 306 с.
4. Берзин А.М. Зеленое удобрение в Средней Сибири. / А.М. Берзин. // Красноярский гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 395 с.
5. Пантюхов М.К. Сидеральные пары в Северной Лесостепи Тюменской области, влияние их на плодородие серой лесной почвы и урожайность яровой пшеницы: автореф. дис... канд. с.-х. наук. / М.К. Пантюхов. – Омск, 1977. – 21 с.
6. Трусова Н.Д. Длительное влияние сидеральных севооборотов на плодородие песчаных почв. / Н.Д. Трусова, М.П. Усова. // Севообороты и обработка почвы в интенсивном земледелии: Тр. ин-та Горьковского СХИ. – Горький, 1990. – С 15-17.
7. Шариков Р.С. Сидераты и солома – дополнительный источник почвенной органики. / Р.С. Шариков. // Земледелие. – 1999. - №4. – С. 38.

Spisok ispol'zovannoj literatury

1. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya. M.: Kolos, 1967. – 263 s.
2. Dospekhov B.N. Metodika polevogo opyta. / B.N. Dospekhov. – M: Kolos, 1979. – 416 s.

3. Sistema vedeniya sel'skogo hozyajstva v Respublike Saha (YAkutiya) na period 2016-2020 gody // metodicheskoe posobie / Stepanov A.I., Timofeeva M.S., Vinokurova V.S., Nikolaeva F.V. i dr. - Kemerovo, 2017. – 306 s.
4. Berzin A.M. Zelenoe udobrenie v Srednej Sibiri. / A.M. Berzin. // Krasnoyarskij gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2002. – 395 s.
5. Pantyuhov M.K. Sideral'nye pary v Severnoj Lesostepi Tyumenskoj oblasti, vliyanie ih na plodorodie seroj lesnoj pochvy i urozhajnost' yarovoj pshenicy: avtoref. dis... kand. s.-h. nauk. / M.K. Pantyuhov. – Omsk, 1977. – 21 s.
6. Trusova N.D. Dlitel'noe vliyanie sideral'nyh sevooborotov na plodorodie peschanyh pochv. / N.D. Trusova, M.P. Usova. // Sevooboroty i obrabotka pochvy v intensivnom zemledelii: Tr. in-ta Gor'kovskogo SKHI. – Gor'kij, 1990. – S 15-17.
7. SHarikov R.S. Sideraty i soloma – dopolnitel'nyj istochnik pochvennoj organiki. / R.S. SHarikov. // Zemledelie. – 1999. - №4. – S. 38.