

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ФЛАВОБАКТЕРИН НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В.

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова
Республика Саха, Якутск, Россия

Для цитирования: Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В. Влияние органических удобрений и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля и плодородие почв // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 30–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-4

For citation: Stepanov A.I., Fyodorov A.Ya., Nikolaeva F.V., Borisova D.V. Vliyanie organicheskikh udobrenii i biopreparata Flavobakterin na urozhainost' kartofelya i plodorodie pochv [The effect of organic fertilizers and biopreparation Flavobacterin on potato yield and soil fertility]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 30–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-4

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты изучения комплексного влияния органических удобрений (перепревшего навоза крупного рогатого скота) в различных дозах с биологическим препаратом Флавобактерин на агрохимические показатели и биологическую активность мерзлотных почв при выращивании районированного сорта картофеля Вармас. Полевые опыты проведены в 2016–2018 гг. на мерзлотно черноземно-лугово-легкосуглинистых солончаковатых почвах Центрально-Якутской низменности Республики Саха (Якутия). Урожайность картофеля при внесении навоза в дозе 60 т/га с применением биологического препарата Флавобактерин увеличивалась на 61,4%, контроль (без удобрений) – 9,7 т/га. В варианте с применением навоза 40 т/га + биопрепарат Флавобактерин урожайность составила 13,0 т/га, при обработке биопрепаратом – 10,7 т/га. Применение органических удобрений в различных дозах во всех исследуемых вариантах увеличивало содержание фосфора, калия и общего азота в почве по сравнению с контролем. Внесение органических удобрений с комплексным применением биологического препарата Флавобактерин повысило биологическую активность мерзлотных почв в 2,9–4,7 раза. Интенсивная биологическая активность мерзлотных почв во все годы исследований отмечена в период вегетации сельскохозяйственных культур. Численность почвенных микроорганизмов достигала своего максимума в июле и уменьшалась в конце вегетации (первых числах сентября), что связано с особенностями

THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS AND BIOPREPARATION FLAVOBACTERIN ON POTATO YIELD AND SOIL FERTILITY

Stepanov A.I., Fyodorov A.Ya.,
Nikolaeva F.V., Borisova D.V.

Yakut Research Institute of Agriculture
named after M.G Safronov

Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia

The paper presents the results of research into complex effect of organic fertilizers (decomposed cattle manure) in different doses with the biological preparation Flavobacterin on agrochemical parameters and biological activity of permafrost soils in the cultivation of the recognized potato variety Varmas. Field experiments were carried out in 2016–2018 on permafrost chernozem-meadow light-loamy saline soils of the Central Yakut lowland of the Republic of Sakha (Yakutia). The yield of potatoes increased with the application of manure in the dose of 60 t/ha and biological preparation Flavobacterin by 61.4%, control (without fertilizers) – 9.7 t/ha. In the variant: manure 40 t/ha + biopreparation Flavobacterin, the yield amounted to 13.0 t/ha; when treating with the biological preparation – 10.7 t/ha. The use of organic fertilizers in different doses in all studied variants increased the content of phosphorus, potassium and total nitrogen in the soil compared to the control. Combined application of organic fertilizers and biological preparation Flavobacterin increased the biological activity of permafrost soils by 2.9–4.7 times. The intensity of the biological activity of permafrost soils in all years of research was observed during the growing season of crops. The number of soil microorganisms reached its maximum in July and decreased at the end of the growing season (early September), due to the peculiarities of the hydrothermal regime of the soil under study. To preserve soil fertility, it is recommended to use organic fertilizers in com-

гидротермического режима исследуемой почвы. Для сохранения плодородия почвы рекомендовано комплексное применение органических удобрений с биологическим препаратом в соответствии с агрохимическими показателями мерзлотных почв.

Ключевые слова: органическое удобрение, питательные вещества, картофель, урожайность, биологическая активность

ВВЕДЕНИЕ

На основе длительных наблюдений за состоянием почвенного покрова, выполненных в различных почвенно-климатических зонах страны, установлено, что в процессе сельскохозяйственного использования их важнейшие агрохимические показатели претерпевают существенные изменения. Снижается содержание гумуса и изменяется его качество, уменьшаются запасы валовых форм питательных веществ, трансформируется реакция почвенного раствора и биологическая активность почв [1–4].

Аналогичная картина характерна для почв Якутии. В сельскохозяйственной зоне республики 77% пахотных почв под картофелем имеют низкое содержание гумуса и питательных веществ. Получение устойчивых урожаев возможно только при учете основного свойства почвы – плодородия, которое зависит от содержания количества гумуса, азота, фосфора, калия.

Одним из факторов сохранения плодородия мерзлотных почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур является регулирование плодородия почв на основе рационального использования органических и минеральных удобрений. Отзывчивость картофеля на внесение минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями, оптимальность сочетания их доз в условиях Якутии еще недостаточно изучены. По результатам ранее проведенных исследований Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова (Якутский НИИСХ) установлено положительное воздействие органических удобрений на все факторы

плодородия. Однако содержание минеральных веществ в применяемых в настоящее время органических удобрениях не сбалансировано. Одностороннее внесение минеральных удобрений приводит к снижению плодородия и нарушению экологии мерзлотных почв¹.

Keywords: organic fertilizers, nutrient substances, potatoes, yield, biological activity

почвенного плодородия. Однако содержание минеральных веществ в применяемых в настоящее время органических удобрениях не сбалансировано. Одностороннее внесение минеральных удобрений приводит к снижению плодородия и нарушению экологии мерзлотных почв¹.

Цель исследований – изучение комплексного влияния органических удобрений с применением биологических препаратов на урожайность картофеля и плодородие мерзлотных почв.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на орошаемом стационаре «Бэлэнтэй», расположенном на территории Центрально-Якутской низменности, второй надпойменной террасе р. Лена, в Хангаласском улусе (районе) Республики Саха. Объекты исследований: картофель сорта Вармас, органическое удобрение – 3 различные дозы перепревшего навоза крупного рогатого скота (КРС), биологический препарат Флавобактерин, мерзлотные почвы.

Схема опыта включает следующие варианты: контроль – без удобрения; навоз 20 т/га; навоз 20 т/га + биопрепарат Флавобактерин; навоз 40 т/га; навоз 40 т/га + биопрепарат Флавобактерин; навоз 60 т/га; навоз 60 т/га + биопрепарат Флавобактерин; биопрепарат Флавобактерин.

Общая площадь делянки 67,2 м², учетная 25 м², повторность 4-кратная, схема посадки 70 × 35 см.

Учет проводили в год действия и в 1, 2-й год последействия удобрений: 2016 г. – год действия удобрений, 2017 г. – 1-й год после-

¹Степанов А.И. Развитие агрохимии в условиях северного земледелия / А.И. Степанов, Н.Т. Попов, П.П. Охлопкова // Д.Н. Прянишников и развитие агрохимии в Сибири: Материалы научной конференции по агрохимии. Новосибирск, 2003. С 210–217.

действия удобрений, 2018 г. – 2-й год последействия удобрений.

Тип почвы опытного участка «Бэлэнтэй» – мерзлотно черноземно-луговолегкосуглинистая солончаковатая. Реакция почвенной среды рН по солевой вытяжке от 7,7 до 8,0. Содержание гумуса в пахотном слое 0–20 см находится в диапазоне 2,37–2,81%. Содержание P_2O_5 от 150,96 до 206,77 мг/кг, K_2O от 249,95 до 286,57 мг/кг, $N_{\text{общ}}$ 0,44–0,63%.

Органические удобрения вносили одновременно в конце сентября под зяблевую обработку почвы. Химический состав перепревшего навоза следующий: рН_{кон.} – 5,9; $N_{\text{общ}}$ – 1,3%; Р – 900 мг/кг; К – 686 мг/кг. Растения картофеля опрыскивали биопрепаратом ежегодно во время вегетации в фазе начала бутонизации (III декада июня) в дозе 600 г/га согласно инструкции. Опыт закладывали по предшественнику овес на зеленую массу. Основные элементы технологии возделывания культуры общепринятые для региона² [5]. Химический состав удобрений определяли на инфракрасном анализаторе NIRSCANNER model 4250. Почвенные образцы – стандартными методами: гумус – по Тюрину, N – по Кьельдалю³, P_2O_5 ГОСТ 26209–89⁴, K_2O ГОСТ 26208–84⁵, рН – потенциометрические ГОСТ 26423–85⁶.

Для микробиологического анализа почвы проведен отбор почвенных образцов в мае до внесения удобрений, июле и сентябре после уборки урожая, анализ выполнен по стандартной методике⁷. Микробиологические анализы по выделению микроорганизмов из почвы проводили методом посева на плотные питательные среды [6].

Согласно средним многолетним данным метеорологической станции г. Покровск в районе проведения исследований среднесуточная температура воздуха в период вегетации растений (III декада мая – III декада августа) колебалась от 12,1 до 18,1 °С. Переход

температуры почвы через 10 °С наблюдали 21–22 мая. Сильные заморозки до –3 °С отмечали в I декаде июня. Период вегетации растений в среднем продолжается 95 дней. Сумма активных температур воздуха выше 10 °С составляет 1434°.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Применение органических удобрений совместно с биопрепаратом Флавобактерин в условиях Центральной Якутии обеспечивало прибавку урожая от 11,0 до 61,4%. На естественном фоне без внесения удобрений средняя урожайность картофеля составляла 9,7 т/га.

Применение органических удобрений 20 т навоза/га не обеспечило достоверного урожая картофеля. В то же время удвоение дозы навоза (40 т/га) значительно увеличило урожайность, составляя в среднем 12,4 т/га, что на 28,6% превышало контроль.

Одностороннее внесение биологического препарата Флавобактерин под картофель в среднем за 3 года давало достоверную прибавку урожая на 1,0 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

За годы исследований урожайность варианта с внесением навоза 60 т/га и обработкой биопрепаратом составляла в среднем 15,6 т/га, что на 61,4% превышало контроль (см. табл. 1, 2).

Применение органических удобрений во всех исследуемых вариантах увеличивало содержание азота в почве по сравнению с контролем. Расчет баланса питательных веществ показал, что в вариантах с применением одних органических удобрений (навоза 20, 40 и 60 т/га) баланс азота был положительным. Отрицательный баланс отмечен в варианте применения биопрепарата Флавобактерин без удобрений. За весь период исследований обеспеченность фосфором

²Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия) на период 2016–2020 годы. / Методическое пособие. Якутский НИИСХ. Якутск, 2016. 415 с.

³ГОСТ 26213–84. Методы определения органического вещества. М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁴ГОСТ 26209–89. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Энгера-Рима (Дл-Метод). М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁵ГОСТ 26208–84. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Энгера-Рима-Доминго (Ал-Метод). М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁶ГОСТ 26423–85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М.: Государственный комитет СССР, 1985.

⁷Методы почвенной микробиологии / Методические рекомендации. Новосибирск, 1991. С. 14–32.

Табл. 1. Влияние органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля, т/га (в среднем за 2016–2018 гг.)

Table 1. Effect of organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin on potato yield, t/ha (average for 2016–2018)

Уровень питания растений, фактор А	Уровень защиты, фактор В		Средние по фактору А, уровень питания
	без биопрепарата	внесение биопрепарата	
Без удобрений (контроль)	9,7	10,7	10,2
Навоз			
20 т/га	11,2	11,8	11,5
40 т/га	12,4	13,0	12,7
60 т/га	14,6	15,6	15,1
Среднее по фактору В, защита	11,9	12,8	12,4

НСР₀₅ по уровню питания = 1,25
 НСР₀₅ по уровню защиты = 0,88
 НСР₀₅ для частных средних = 1,77

Табл. 2. Прибавка урожая при использовании органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин в среднем за 2016–2018 гг.

Table 2. Yield increase with application of organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin on average for 2016–2018

Уровень питания	Уровень защиты			
	Без биопрепарата		Внесение биопрепарата	
	т/га	%	т/га	%
Без удобрений (контроль)	–	–	1,0	11,0
Навоз				
20 т/га	1,5	15,86	2,17	22,4
40 т/га	2,7	28,6	3,3	35,5
60 т/га	4,9	50,7	5,9	61,4

Табл. 3. Баланс питательных веществ при внесении органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин за 2016–2018 гг.

Table 3. Balance of nutrient substances when applying organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin in 2016–2018

Вариант	Запас питательных веществ в почве, кг/га			Внесено* в 2016 г., кг/га			Вынос в конце 2018 г., кг/га			Баланс (+; –), кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль – без удобрения	11,22	599,13	632,73	0	0	0	84,39	19,4	95,06	–73,17	579,73	537,67
Навоз 20 т/га	11,07	581,45	640,74	106	36	76	97,44	22,4	109,76	19,63	595,05	606,98
Навоз 20 т/га + биопрепарат	11,07	571,13	641,20	106	36	76	101,79	23,4	114,66	15,28	583,73	602,54
Навоз 40 т/га	10,85	565,10	638,83	212	72	152	107,88	24,8	121,52	114,97	612,30	669,31
Навоз 40 т/га + биопрепарат	11,37	591,22	642,68	212	72	152	113,1	26	127,4	110,27	637,22	667,28
Навоз 60 т/га	11,88	629,69	642,87	318	108	228	127,02	29,2	143,08	202,86	708,49	727,79
Навоз 60 т/га + биопрепарат	11,66	612,55	643,29	318	108	228	135,72	31,2	152,88	193,94	689,35	718,41
Биопрепарат	12,03	643,50	642,88	0	0	0	95,7	22	104,5	–83,67	621,50	538,38

*С учетом пожнивных остатков

и калием в почве изменялась в зависимости от дозы органических удобрений от 607,13 до 737,69 кг фосфора/га и калия от 716,74 до 871,29 кг/га. Наибольшее содержание калия в почве после выноса отмечено при внесении навоза 60 т/га – 727,79 кг/га, содержание фосфора 708,49 кг/га (см. табл. 3).

Внесение в почву органических удобрений благоприятно действует на питание растений и повышает биологическую активность мерзлотных почв.

Под влиянием удобрений в численности и составе микрофлоры происходят изменения, зависящие от доз вносимых удобрений, сроков внесения, культуры и типа почв. Эти изменения различаются по объему и времени появления, поэтому необходимо проводить изучение микрофлоры и интенсивности микробиологических процессов в динамике. Некоторые исследователи считают, что с увеличением доз удобрений интенсивность микробиологических процессов возрастает [7–10].

Результаты изучения общего состава почвенной микрофлоры показали, что в почве опытного участка преобладали бактерии, составляя около 82,9%, грибы – 14,3, актиномицеты – 9,9%. Значительная часть бактериального населения почв принадлежит к группе споровых бактерий, среди которых встречаются такие виды, как *Bacillus agglomeratus*, *Bac. idosus*, *Bac. mycoides* и *Bac. subtilis*.

Содержание актиномицетов в исследуемых почвах составляет до 67 млн КОЕ/г почвы. Наиболее широко распространены в

исследуемой почве белые, серые актиномицеты и коричневые с ярко выраженной пигментацией на питательной среде. Актиномицеты представлены видами *Actinomyces album*.

Микроскопические грибы представлены несколькими родами, среди которых доминируют *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Mucor*, реже *Aspergillus*, *Alternaria*. Численность грибов колеблется от 7,7 до 47 тыс. КОЕ/г. почвы. Качественный состав данной почвы имеет ряд характерных особенностей, как и мерзлотные почвы Восточной Сибири [11], что выражается в преобладании грибной флоры из рода *Penicillium*, которая составляет около 80% от общей численности грибов.

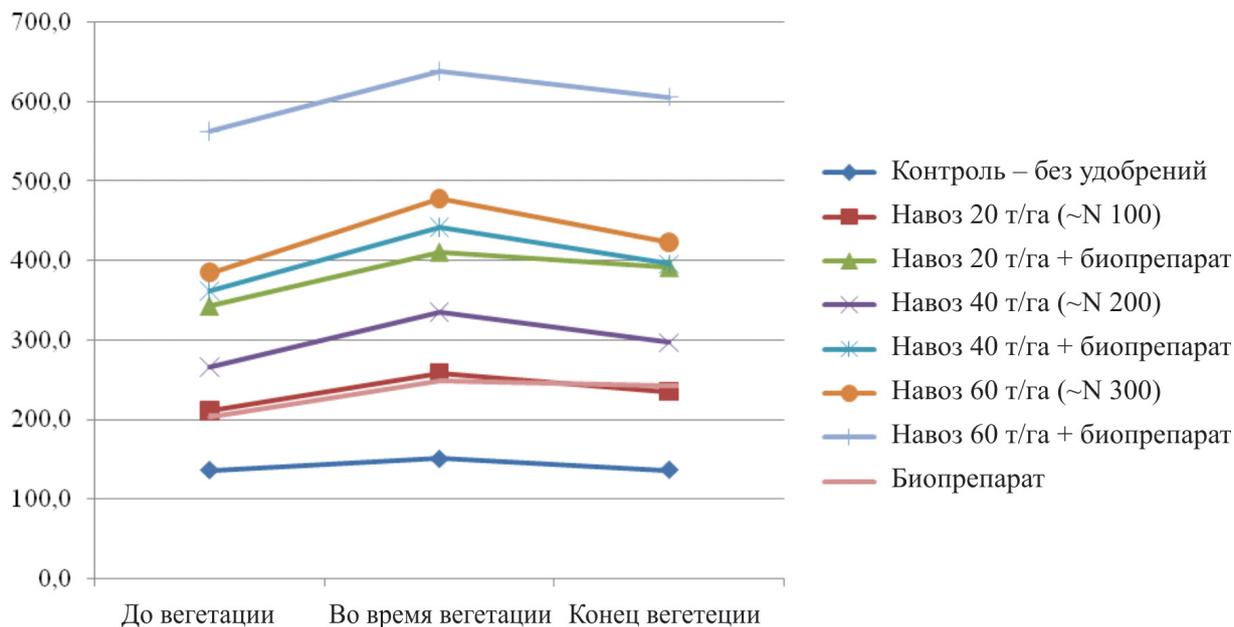
Интенсивная биологическая активность во все годы исследований отмечена во время вегетации сельскохозяйственных культур. В динамике численности почвенных микроорганизмов зарегистрированы максимум значений в июле и минимум в конце вегетации (первых числах сентября), что связано с

особенностями гидротермического режима исследуемой почвы (см. рисунок). Аналогичные данные были получены в исследованиях Е.И. Прибылых, А.И. Степанова, проведенных в 1995–2000 гг.⁸

Установлено, что внесение навоза КРС в дозе 60 т/га и с обработкой биологическим препаратом Флавобактерин повышало общую численность почвенных микроорганизмов на 2,9–4,7 раза. Такая же тенденция отмечена между вариантами внесения навоза 20 и 40 т/га с комплексным применением биопрепарата Флавобактерин (1,5–1,7 раза в зависимости от года внесения удобрений) (см. рисунок).

В исследуемой почве преобладали бактерии, использующие органические формы азота, меньше – микроорганизмы, использующие минеральные формы азота.

Расчет баланса при применении органических удобрений с комплексным применением биологического препарата Флавобактерин показал, что количество почвенных микроорганизмов, использующих органи-



Динамика биологической активности и общая численность почвенных микроорганизмов за 2016–2018 гг., млн КОЕ/г почвы
Dynamics of biological activity and total number of soil microorganisms for 2016–2018, mln CFU/g of soil

⁸Прибылых Е.И. Влияние минеральных и органических удобрений на болезни картофеля и биологическую активность мерзлотно-палевых почв / Е.И. Прибылых, У.К. Эверстова, А.И. Степанов // Сибирская аграрная наука 3-го тысячелетия. Тез. докладов конф. молодых ученых СО РАСХН (Красноярск, 26 апреля 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 108.

Табл. 4. Баланс микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота (2016–2018 гг.), млн КОЕ/г почвы.

Table 4. Balance of microorganisms using organic and mineral nitrogen forms (2016–2018), mln CFU/g of soil

Вариант	Микроорганизмы, использующие органические формы азота			Микроорганизмы, участвующие в минерализации органического вещества		
	до внесения удобрений в 2016 г.	второй год последствия удобрений (2018 г.)	баланс	до внесения удобрений в 2016 г.	второй год последствия удобрений (2018 г.)	баланс
Контроль – без удобрений	123	130	7,00	1,4	1,3	–0,10
Навоз 20 т/га	156	227	71,00	1,9	2,8	0,90
Навоз 20 т/га + биопрепарат	240	387	147,00	2,7	2,9	0,20
Навоз 40 т/га	163	303	140,00	3,4	3,8	0,40
Навоз 40 т/га + биопрепарат	246	405	159,00	3,4	4,6	1,20
Навоз 60 т/га	230	453	223,00	3,5	6,0	2,50
Навоз 60 т/га + биопрепарат	447	607	160,00	6,9	9,5	2,60
Биопрепарат	164	207	43,00	1,5	5,0	3,50

ческие и минеральные формы азота, увеличивается до 109,00 млн КОЕ/г почвы во всех исследуемых вариантах с применением удобрений и биопрепарата (см. табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение навоза 60 т/га с ежегодной обработкой вегетирующих растений биопрепаратам Флавобактерин способствует существенному увеличению урожайности картофеля – до 15,6 т/га (контроль – 9,7 т/га), или 61,4%.

Выявлена положительная тенденция увеличения содержания питательных веществ: азота, фосфора и калия в вариантах с внесением органических удобрений в дозе 40–60 т/га и совместного внесения биологических препаратов. В вариантах внесения органических удобрений и биологического препарата Флавобактерин установлен положительный баланс питательных веществ.

Внесение в почву органических удобрений в дозе 60 т/га с биологическим препаратом Флавобактерин повышает биологическую активность мерзлотных почв в 2,9–4,7 раза. В динамике численности микроорганизмов отмечен один максимум в середине лета. В исследуемой почве преобладают бактерии, использующие органические формы азота. Низкое содержание микроорганизмов, использующих минеральную форму азота, свидетельствует о низкой интенсивности минерализации органического вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Минеев В. Г., Бычкова Л.А.* Состояние и применение минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии // *Агрохимия*. 2003. № 8. С. 5–12.
2. *Николаева Ф.В., Лукина Ф.А., Охлопкова П.П.* Влияние сидеральных удобрений на почвенную микрофлору при возделывании картофеля в Якутии // *Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции*, 2014. С. 238–241.
3. *Николаева Ф.В., Степанов А.И., Прибылых Е.И., Федоров А.Я.* Влияние применения удобрений и биопрепаратов на урожайность картофеля и показатели плодородия мерзлотной лугово-черноземной почвы Центральной Якутии // *Достижение науки и техники*. 2014. № 11. С. 47–49.
4. *Николаева Ф.В.* К микробиологической активности мерзлотно-лугово-черноземных засоленных почв // *Роль сельскохозяйственной науки в стабилизации и развитии агропромышленного производства Крайнего Севера*. 2003. С. 115–116.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. *Ежов Г.И.* Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии: монография. Новосибирск, 1974. С. 156–160.
7. *Аристовская Т.В.* Микробиология процессов почвообразования: монография. Л.: Наука, 1980. 187 с.
8. *Бабьева И.П.* Биология почв: монография. М.: Издательство Московского университета, 1983. 248 с.

9. *Емцев В.Т., Мишустин Е.Н.* Микробиология: монография. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
10. *Минеев В.Г., Ремпе Е.Х.* Агрохимия, биология и экология почвы: монография. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с.
11. *Некрасова В.Д., Гукасян А.Б.* Биологическая активность лесных почв Тувы: монография. Новосибирск: Наука, 1978. 78 с.

REFERENCES

1. Mineev V.G., Bychkova L.A. Sostoyanie i primeneniye mineralnykh udobrenii v mirovom i otechestvennom zemledelii [Condition and application of mineral fertilizers in world and domestic agriculture]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2003, no. 8, pp. 5–12. (In Russia).
2. Nikolaeva F.V., Lukina F.A., Okhlopko P.P. Vliyaniye sideralnykh udobrenii na pochvennyuyu mikrofloru pri vozdeluvanii kartofelya v Yakutii [Influence of green manure fertilizers on soil microflora during potato cultivation in Yakutia]. *Resursosberedayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii i proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produkcii* [Resource-saving environmentally safe technologies of production and processing of agricultural products], 2014, pp. 238–241. (In Russia).
3. Nikolaeva F.V., Stepanov A.I., Pribylykh E.I., Fedorov A.Y. Vliyaniye primeneniye udobrenii i biopreparatov na urozhaihost' kartofelya i pokazateli plodorodiya merzloynoi lugovo-chernozemoi pochvy Sentral'noi Yakutii [Effect of fertilizers and biological preparations on potato yield and fertility of permafrost meadow-chernozem soil of Central Yakutia] *Dostizheniya nauki i tekhniki* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 11, pp. 47–49. (In Russia).

Информация об авторах

✉ **Степанов А.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, директор Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова; **адрес для переписки:** Россия, 677001, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1; e-mail: agronii@mail.ru

Фёдоров А.Я., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Николаева Ф.В., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Борисова Д.В., аспирант Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

4. Nikolaeva F.V. K mikrobiologicheskoi aktivnosti merzloyno-lugovo-chernozemykh pochv [On the microbiological activity of permafrost meadow-chernozem saline soils] *Rol' sel'skokhozyaystvennoi nauki v stabilizatsii i razvitiy agropromyshlennogo rpoizvodstva Krainego Severa* [The role of agricultural science in the stabilization and development of agricultural production in the Far North], 2003, pp. 115–116. (In Russia).
5. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (In Russia).
6. Ezhov G.I. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po sel'skokhozyaystvennoi mikrobiologii* [Guide to practical training in agricultural microbiology], Novosibirsk, 1974, pp. 156–160. (In Russia).
7. Aristovskaya T.V. *Microbiologiya prosessov pochvoobrazovaniya* [Microbiology of soil formation processes], Leningrad, Nauka, 1980, 187 p. (In Russia).
8. Babeva I.P. *Biologiya pochv* [Soil biology], Moscow, Moscow un-ty Publ., 1983, 248 p. (In Russia).
9. Emsev V.T., Mishustin E.N. *Mikrobiologiya* [Microbiology], Moscow, Drofa Publ., 2005, 445 p. (In Russia).
10. Mineev V.G., Rempe E.Kh. *Agrokimiya, biologiya i ekologiya pochvy* [Agrochemistry, biology and ecology of the soil], Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1990, 206 p. (In Russia).
11. Nekrosova V.D., Gukasyan A.B. *Biologicheskaya aktivnost' lesnykh pochv Tuvy* [Biological activity of forest soils of Tuva], Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, 78 p. (In Russia).

Author information

✉ **Stepanov A.I.**, Doctor of Science in Agriculture, Director; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov; **address:** 23/1, str. Bestuzhev – Marlinsky, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia; e-mail: agronii@mail.ru

Fyodorov A.Ya., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Nikolaeva F.V., Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Borisova D.V., Post-Graduate student; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

*Дата поступления статьи 09.10.2018
Received by the editors 09.10.2018*