

УДК 631.8

**ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ И ТОРФА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ****О. А. Васильев, О. Е. Андреева, А. О. Васильев***Чувашский государственный аграрный университет  
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В статье представлены результаты научно-исследовательских работ, направленных на изучение эффективности использования органических и минеральных удобрений при выращивании картофеля. Целью исследований является определение эффективных норм удобрений с применением сапропеля, торфа, минеральных удобрений и их сочетаний, влияния их на агрохимические и основные физико-химические свойства пахотного слоя светло-серых лесных тяжелосуглинистых почв, а также на урожайность и качество клубней картофеля. Варианты в опыте с применением азофоски были введены для сравнения их действия с сапропелем и торфом. Удобрения вносились в почву вразброс перед весенней вспашкой опытных участков. Наблюдения за ростом и развитием растений картофеля показали их оптимальное состояние в вариантах опыта с применением органических и минеральных удобрений. Оценка содержания азота в листьях, оцененного в баллах по методу Церлинг с использованием индикатора (1 % раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте), выявила лучшее азотное питание растений в вариантах с применением азофоски. Несколько ниже оказались баллы в вариантах с применением сапропеля и торфа, и самыми низкими – в контрольном варианте. Результаты исследований выявили, что использование сапропеля в качестве удобрения картофеля повышает содержание органического вещества, подвижного фосфора и обменного калия, улучшает некоторые физико-химические свойства почвы (обменная кислотность, сумма обменных оснований) и увеличивает ее плодородие. При применении сапропеля и торфа в дозах 15, 30 и 50 т/га урожайность клубней картофеля сорта Гала возросла на 4,95, 9,00, 13,95 т/га и на 4,5, 4,95 и 8,1 т/га, соответственно. Использование азофоски в дозах 100 кг/га и 200 кг/га повысило урожайность клубней картофеля на 8,1 и 17,5 т/га.

**Ключевые слова:** азофоска, гумусовый горизонт, пахотный слой, сапропель, светло-серые лесные почвы, торф, тяжелые металлы, экология.

**Введение.** Объектом научных исследований в 2020 г. были органические удобрения: сапропель, торф и комплексное минеральное удобрение (азофоска), примененные в различных дозах и смесях при выращивании картофеля сорта Гала во время полевых опытов на светло-серой лесной тяжелосуглинистой почве опытного поля в СХПК «Слава» Чебоксарского района Чувашской Республики. Целью исследований является определение экологически и экономически эффективных норм сапропеля, торфа, азофоски и их сочетаний, применяемых в качестве удобрений картофеля, а также влияния их на агрохимические и физико-химические свойства светло-серых лесных тяжелосуглинистых почв, урожайность и качество картофеля сорта Гала.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить равномерность почвенно-агрохимических свойств опытного участка, расположенного на светло-серых лесных тяжелосуглинистых почвах, разбить его на варианты с делянками, на которых будут использоваться различные дозы сапропеля и торфа (15, 30 и 50 т/га), азофоски (100 и 200 кг/га) и их смесей;
2. Исследовать агрохимические свойства сапропеля и торфа.
3. Осуществить наблюдение в течение вегетационного периода за ростом и развитием картофеля в разных вариантах опыта.
4. Определить урожайность картофеля, произвести структурный анализ урожая.
5. Оценить влияние сапропеля, торфа, азофоски и их смесей на качество урожая в вариантах опыта;
6. Произвести отбор смешанных почвенных проб с пахотного и подпахотного слоев опытного участка (ГОСТ 17.4.4.02-84) и выявить изменения агрохимических свойств почвы, содержание в ней тяжелых металлов и нитратов в разных вариантах опыта.
7. Выявить влияние удобрений на некоторые физико-химические и физические свойства пахотного слоя почв опытных участков.

**Материалы и методы исследования.** Опытный участок был расположен в СХПК «Слава» Чебоксарского района Чувашской Республики, рядом с деревней Ишаки. Почва опытного участка на лессовидном суглинке – светло-серая лесная, тяжелосуглинистая. Мощность пахотного слоя почвы – около 30 см, мощность подпахотного горизонта  $A_2B$  – около 7 см. Средние агрохимические свойства почвы перед внесением удобрений: содержание гумуса – 3,05 - 3,09 %, содержание в пахотном слое подвижного фосфора – 153 мг/кг, обменного калия – 115 мг/кг. Обменная кислотность – 6,60 единиц рН. Сумма обменных оснований равна 12,7 мг-э/100 г, гидролитическая кислотность – 1,00 мг-э/100 г. Глубже расположен иллювиальный горизонт  $B_1$  мощностью 10 см. Предшественник – многолетние злаковые травы (костер безостый). Таким образом, пахотный слой опытного участка имеет агрохимические характеристики, типичные для светло-серых лесных почв Чебоксарского района Чувашской Республики [1], [3], [4] [5], [10], [12].

Для агрохимического анализа почвенных и растительных проб привлекались аккредитованные лаборатории федерального государственного учреждения «Государственный центр агрохимической службы «Чувашский»» и испытательного лабораторного центра Чувашского государственного аграрного университета.

Комплексное гранулированное минеральное удобрение «Азофоска», применяемое во время опытов, содержало действующие вещества азота, фосфора и калия в соотношении 16:16:16.

Ранней весной опытный участок был выделен в границах согласно плану разбивки его на варианты опыта; затем прошлогодняя травянистая растительность была скошена вручную бензиновым триммером, и скошенные растительные остатки удалены за пределы поля. Затем почва опытного участка обрабатывалась фрезами мотокультиватора «Нева-МК-200». Почва дважды перекрестно разрыхлялась мотокультиватором на глубину 20 см. После вспашки на каждой делянке отбиралась смешанная почвенная проба для определения содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и обменной кислотности.

Через неделю после обработки поле фрезеровалось дополнительно для уничтожения проросшей сорной растительности. Далее опытное поле разбивалось на участки – варианты площадью 12,21 м<sup>2</sup> (3,3 x 3,7 м) с систематическим расположением опытных делянок в 6-кратной повторности, каждая площадью 2,035 м<sup>2</sup>. Защитные полосы между вариантами составляли 1,0 м. После внесения рассчитанных доз органических и минеральных удобрений и их смесей производилось их перемешивание с почвой и посадка с помощью мотокультиватора (28 мая 2020 г).

Во время опыта использовались следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. Сапропель в дозе 15 т/га; 3. Сапропель в дозе 30 т/га и 4. Сапропель в дозе 50 т/га. Для сравнительной оценки эффективности действия сапропеля были дополнительно включены следующие варианты: 5. Торф 15 т/га; 6. Торф 30 т/га; 7. Торф 50 т/га; 8. Азофоска 100 кг/га; 9. Азофоска 200 кг/га 10. Азофоска 300 кг/га; 11. Сапропель 15 т/га и Азофоска 100 кг/га; 12. Сапропель 15 т/га и азофоска 200 кг/га; 13. Сапропель+Торф (2:1) 15 т/га; 14. Сапропель+Торф (2:1) 30 т/га; 15. Сапропель+Торф (2:1) 50 т/га.

Посадочный материал – картофель сорта Гала (семена 2 репродукции). Посадка непророщенных клубней картофеля производилась на глубину 6 см с расстоянием между клубнями в ряду в 33-34 см, а в междурядьях – 70 см. Таким образом, на опытном участке в пересчете на 1 га площади было высажено 45000 клубней картофеля.

Азотная листовая диагностика растений картофеля проводилась по методу Церлинг – с помощью индикатора (1 % раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте). Содержание нитратного азота в листьях картофеля оценивалось по изменению цвета выдавленного из листьев сока. Цветовая оценочная шкала имела ряд цветных полосок от светло-голубого (1 балл) до иссиня-черного (10 баллов).

Вегетационный период 2020 г. характеризовался относительно слабозасушливым климатом: теплым и очень влажным маем, в начале июня – достаточной обеспеченностью растений влагой и теплом. В июле наступил длительный засушливый период с температурами до 27 градусов в дневное время суток. В августе и сентябре выпало достаточное количество осадков для созревания урожая картофеля.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Сапропель и низинный торф, добытые в Килемарском районе Республики Марий-Эл, доставлялись на опытный участок в мае 2020 г. в мешках массой по 40 кг. Средняя проба сапропеля представляет собой сухую, сыпучую массу серого или темно-серого цвета с размером отдельностей от 0,5 до 0,8 см, отдельные гранулы достигали в длину 1,0 см.

По данным результатов исследований испытательного лабораторного центра Чувашского государственного аграрного университета, содержание сухого вещества в сапропеле составляет 62,0 %, а массовая доля золы – 54,9 %. Органическое вещество в сухом веществе сапропеля содержится в количестве 45,1 %.

Содержание общего азота в сапропеле составляет 2,0-2,3 % мг/кг, общего фосфора в пересчете на оксид – 2,5 %, общего калия в пересчете на оксид – 0,40 %. Почти весь фосфор и калий сапропеля находился в подвижном и доступном для сельскохозяйственных культур состоянии. Произведенные анализы выявили в сапропеле высокое содержание и других элементов питания – кальция, магния, серы, марганца, кобальта, цинка, меди и др. Содержание тяжелых металлов (цинк, медь, свинец, ртуть, кадмий) в сапропеле соответствует техническим требованиям нормативов ГОСТа Р 54000-2010.

Емкость поглощения в пробах сапропеля составила более 25 мг-э/100 г; гидролитическая кислотность – 1,19-1,78 мг-э/100 г. Обменная кислотность – нейтральная.

Согласно протоколам исследований испытательного лабораторного центра Чувашского государственного аграрного университета, доставленный для опытов полуразложившийся низинный торф имеет содержание сухого вещества 65,1 %, общего азота – 2,2 %, общего фосфора в пересчете на оксид – 7,8 %, общего калия в пересчете на оксид – 0,1 %.

Почти половина общего фосфора и всего калия торфа находилось в подвижном и доступном для сельскохозяйственных культур состоянии.

Качество низинного торфа, используемого в опытах, также соответствует требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям (ГОСТ 7302-73).

Агрохимические свойства применяемых в опытах сапропеля и торфа весьма схожи между собою, однако видно, что во втором удобрении в два раза больше содержание фосфора, а калия в первом удобрении почти в четыре раза больше, чем во втором.

Наблюдения за ростом и развитием растений картофеля, произведившиеся в течение вегетационного периода, показали, что во всех вариантах с использованием органических и минеральных удобрений ботва развивалась лучше, чем в контрольном варианте.

Среди всех применяемых в опыте органических удобрений положительное действие сапропеля на рост, развитие и содержание нитратного азота в листьях было максимальным. Увеличение дозы сапропеля с 15 до 30 и 50 т/га последовательно улучшало состояние растений картофеля и показатели листовой диагностики. Эффективность торфа значительно ниже действия сапропеля, что объясняется, прежде всего, его низкой биологической активностью. Добавление к двум частям сапропеля одной части торфа и применение полученной смеси в качестве удобрения улучшили изучаемые показатели, но меньше, чем при использовании сапропеля в чистом виде в соответствующих дозах (табл. 1).

Таблица 1 – Длина стеблей и балльная оценка содержания азота по листовой диагностике на 07. 07.2020 г.

№ п.п.	Варианты	Средняя длина стеблей, см	Содержание азота в баллах
1	Контроль	23	3,0
2	Сапропель 15 т/га	27	4,1
3	Сапропель 30 т/га	30	5,5
4	Сапропель 50 т/га	38	7,2
5	Торф 15 т/га	24	3,1
6	Торф 30 т/га	26	3,9
7	Торф 50 т/га	32	5,4
8	Азофоска 100 кг/га	33	5,9
9	Азофоска 200 кг/га	39	7,3
10	Азофоска 300 кг/га	54	8,5
11	Сапропель 15 т/га + Азофоска 100 кг/га	43	6,7
12	Сапропель 15 т/га + Азофоска 200 кг/га	48	8,0
13	Сапропель+Торф (2:1) 15 т/га	25	5,2
14	Сапропель+Торф (2:1) 30 т/га	28	6,3
15	Сапропель+Торф (2:1) 50 т/га	36	6,8
	НСР05		1,1

Несомненно, что внесение в почву органических удобрений способствует улучшению и агрофизических показателей, которые являются важным фактором почвенного плодородия [2], [6], [7], [8], [9], [11].

Абсолютные максимальные показатели состояния растений картофеля на 7 июля 2020 г. наблюдались в вариантах с применением азофоски в дозах 200 и 300 кг/га. Питательные вещества азофоски хорошо растворяются в почве в начальный влажный период вегетации, и растения картофеля были в достаточной степени обеспечены минеральным питанием, что положительно повлияло и на урожайность клубней.

Уборка клубней картофеля осуществлялась вручную 8 сентября 2020 г. Во время уборки клубни, собранные с каждой делянки, взвешивались на весах, а данные записывались в журнал наблюдений.

Минимальная урожайность клубней оказалась в контрольном варианте. Здесь выход товарных клубней составил 77,8 %.

Использование торфа в дозе 15 т/га, хотя и значительно повысило урожайность клубней на 4,5 т/га по сравнению с контрольным вариантом, но в то же время понизило его качество. В урожае оказалось много мелкой фракции массой менее 50 г (46,4 %), что указывает на недостаток влаги и азотного питания в период цветения картофеля. Также высокий процент мелкой фракции по этим же причинам был в варианте с применением торфа в дозе 30 т/га (31 %).

В вариантах с использованием сапропеля содержание мелкой фракции составляло от 13,8 % (в варианте 15 т/га) до 10,5 % (30 т/га) и 10,2 % (50 т/га). В остальных вариантах содержание мелкой фракции клубней картофеля колебалось от 17,5 % до 8,2 %.

Показатели урожайности клубней картофеля в вариантах опыта и содержание товарных клубней представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность клубней картофеля на 08 сентября 2020 г.

№ п.п	Варианты	Урожайность, т/га	Урожайность товарных клубней, т/га	Выход товарных клубней, %	Прибавка урожая, т/га
1	Контроль	8,10	6,30	77,8	0,00
2	Сапропель 15 т/га	13,05	11,25	86,2	4,95
3	Сапропель 30 т/га	17,10	15,30	89,5	9,00
4	Сапропель 50 т/га	22,05	19,80	89,8	13,95
5	Торф 15 т/га	12,60	6,75	53,6	4,50
6	Торф 30 т/га	13,05	9,00	69,0	4,95
7	Торф 50 т/га	16,20	14,85	91,7	8,10
8	Азофоска 100 кг/га	16,20	13,95	86,1	8,10
9	Азофоска 200 кг/га	25,65	21,15	82,5	17,55
10	Азофоска 300 кг/га	28,80	27,00	93,8	20,70
11	Сапропель 15 т/га + Азофоска 100 кг/га	27,45	24,75	90,2	19,35
12	Сапропель 15 т/га + Азофоска 200 кг/га	38,25	35,10	91,8	30,15
13	Сапропель+Торф (2:1) 15 т/га	14,85	12,60	84,8	6,75
14	Сапропель+Торф (2:1) 30 т/га	12,15	10,80	88,9	4,05
15	Сапропель+Торф (2:1) 50 т/га	16,20	14,40	88,9	8,10
	НСР <sub>05</sub>	1,33			

Несмотря на то, что содержание органического вещества, элементов питания растений в сапропеле и торфе приблизительно одинаковое, эффективность сапропеля намного выше. Это можно объяснить тем, что в сапропеле обнаружены биологически активные вещества, которые способствуют развитию корневой системы растений, и картофель может активнее использовать подвижные химические элементы как из вещества сапропеля, так и из самой почвы. Кроме того, сапропель повышает иммунитет растений против болезней и их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям (засуха, холода), что позволяет с большей вероятностью прогнозировать устойчивость производства картофеля в будущем. Торф изначально имеет низкую биологическую активность, и засушливые условия усугубляют микробиологические процессы минерализации органического вещества и ухудшают питание картофеля.

Азофоска в дозе 100 кг/га обеспечивает питание растений картофеля примерно на уровне использования сапропеля в дозе 30 т/га; в дозе 200 кг/га – значительно превышает показатели при уровне внесения сапропеля в дозе 50 т/га. Применение азофоски в дозе 200 кг/га на фоне действия сапропеля обеспечивает усиленный спрос растений на питательные вещества в первый период, а во вторую половину вегетационного периода потребность в питании обеспечивает уже сапропель.

Доза азофоски в 300 кг/га дает прибавку урожая клубней картофеля в полтора-два раза выше, чем доза сапропеля в 50 т/га (рис. 1).

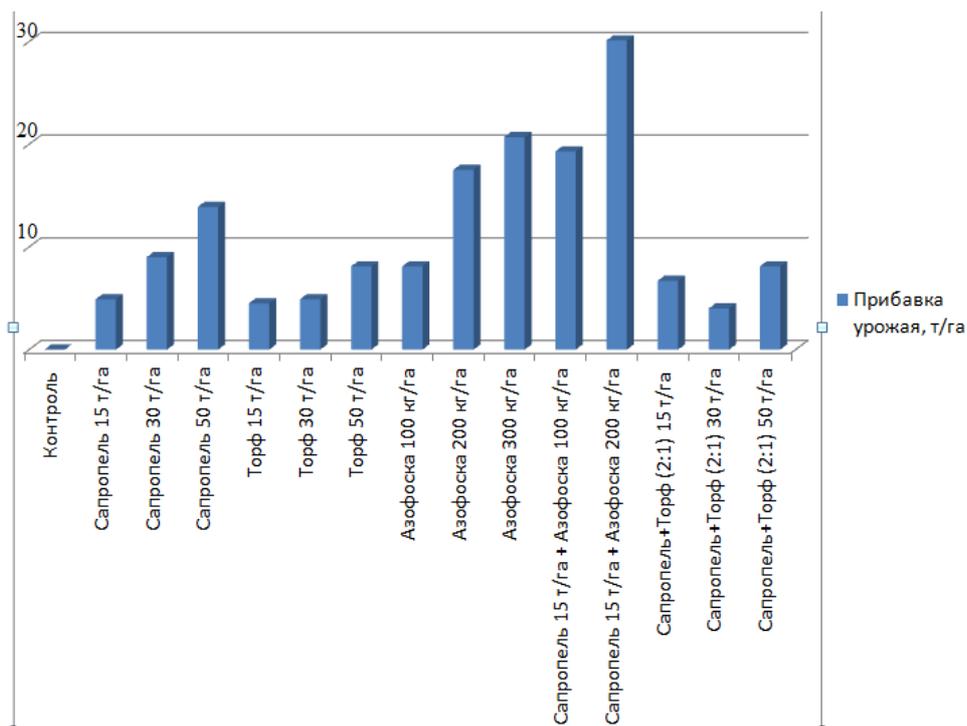


Рис. 1. Прибавка урожая картофеля в вариантах опыта, т/га

Азофоска быстро растворяется в почве и снабжает растения картофеля легкодоступными формами элементов питания, что обеспечивает им резкий старт всходов и высокий балл обеспеченности азотом.

**Выводы.** Изучение химического состава сапропеля и торфа Килемарского месторождения Республики Мари-Эл показало, что они относятся к экологически чистым традиционным удобрениям. Действие сапропеля и торфа на урожайность картофеля схоже с действием и других органических удобрений, в том числе и нетрадиционных [2], [13], [14].

Проведенные на светло-серой лесной тяжелосуглинистой почве исследования по применению сапропеля, торфа, азофоски и их смесей при выращивании картофеля сорта Гала показали, что сапропель оказывает положительное влияние на рост, развитие и урожайность картофеля. Прибавка к сапропелю торфа ухудшает его свойства, а азофоски – резко усиливает.

Использование торфа в качестве удобрения картофеля в условиях 2020 г дало меньшую прибавку урожая, чем внесение сапропеля в соответствующих дозах.

Совместное применение сапропеля в дозе 15 т/га и азофоски в количестве 200 кг/га продемонстрировало максимальную эффективность – прибавка урожая клубней картофеля составила 30,15 т/га.

#### Литература

1. Васильев, О. А. Валовой химический состав почв Чувашской Республики и влияние его на агрохимические свойства / О. А. Васильев, Д. П. Кириянов, Н. А. Фадеева // Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: материалы Всероссийской научной конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2017. – С. 18-23.
2. Васильев, О. А. Современный этап развития ноосферы: научно обоснованный возврат в биологический круговорот осадков городских сточных вод / О. А. Васильев, Л. Н. Михайлов. – Чебоксары: Пегас, 2007. – 171 с.
3. Васильев, О. А. Экологическое состояние почв территории Красной площади и залива г. Чебоксары / О. А. Васильев, Т. А. Ильина, А. В. Чернов // Экологические, правовые и экономические аспекты рационального использования земельных ресурсов: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. – Саратов: Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова, 2017. – С. 54-59.
4. Ильина, Т. А. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Чувашской Республики / Т. А. Ильина, А. Н. Ильин, О. А. Васильев // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2016. – С. 142-145.
5. Ильина, Т. А. Экологическое состояние агроландшафтов и особо охраняемых природных территорий Чувашской Республики: монография / Т. А. Ильина, О. А. Васильев. – Чебоксары: Новое время, 2011. – 153 с.

6. Кувшинов, Н. М. Агрофизические факторы почвенного плодородия серых лесных почв для ведущих сельскохозяйственных культур Нечерноземной зоны России и их регулирование в условиях интенсивного земледелия: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Н. М. Кувшинов. – Немчиновка: Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка», 1996. – 195с.
7. Кувшинов, Н. М. В зависимости от агрофизического состояния почвы / Н. М. Кувшинов // Кукуруза. – 1995. – № 3. – С. 2-3.
8. Кувшинов, Н. М. Оптимизация агрофизических свойств почв для сельскохозяйственных культур / Н. М. Кувшинов // Аграрная наука. – 1994. – № 6. – С. 56-57.
9. Кувшинов, Н. М. Оптимизация агрофизических свойств серых лесных почв для сельскохозяйственных культур / Н. М. Кувшинов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV международной научной конференции. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. – С. 89-94.
10. Мониторинг земель Чувашской Республики / Т. А. Ильина, О. А. Васильев, В. М. Мутиков, Ю. К. Казанков. – Чебоксары: ООО «Сувар-спорт», 2008. – 110 с.
11. Ложкин, А. Г. Мониторинг физического состояния серых лесных почв при сельскохозяйственном использовании / А. Г. Ложкин, А. В. Чернов, В. Г. Егоров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2018. – № 5 (160). – С. 57-62.
12. Чернов, А. В. Динамика плодородия почв Чувашской Республики / А. В. Чернов, О. А. Васильев // Агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2017. – С. 157-163.
13. Optimization of plant nutrition using unconventional organic fertilizers and zeolite-containing tripoli / I. P. Eliseev, L. G. Shashkarov, O. A. Vasiliev, L. V. Eliseeva // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2020. – Sci. 433 012017.
14. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic / O. A. Vasilyev [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2020. – Sci. 433 012050.

#### *Сведения об авторах*

1. **Васильев Олег Александрович**, доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства, кадастров и экологии, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: vasiloleg@mail.ru, тел. (8352) 62-06-19, 8-905-19-777-81;
2. **Андреева Ольга Евгеньевна**, аспирант факультета биотехнологий и агрономии, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: kafedra\_zke@mail.ru, тел. (8352) 62-06-19, +7-9176610620;
3. **Васильев Александр Олегович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: 3777222@bk.ru, тел.: 8-937-3777-222.

### INFLUENCE OF SAPROPEL AND PEAT ON GROWTH, DEVELOPMENT AND POTATO YIELD

**O. A. Vasiliev, O. E. Andreeva, A. O. Vasiliev**  
*Chuvash State Agrarian University*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Brief abstract.** *The article presents the results of research works aimed at studying the effectiveness of the use of organic and mineral fertilizers when growing potatoes. The aim of the research is to determine the effective rates of fertilizers using sapropele, peat, mineral fertilizers and their combinations, their effect on the agrochemical and basic physicochemical properties of the arable layer of light gray forest heavy loamy soils, as well as on the yield and quality of potato tubers. Variants in the experiment with the use of azophoska were introduced to compare their action with sapropele and peat. Fertilizers were applied randomly to the soil before the spring plowing of the experimental plots. Observations of the growth and development of potato plants showed their optimal state in the variants of the experiment with the use of organic and mineral fertilizers. Evaluation of the nitrogen content in the leaves, estimated in points according to the Zerling method using an indicator (1% solution of diphenylamine in concentrated sulfuric acid), revealed the best nitrogen nutrition of plants in the variants with the use of Azophoska. The scores turned out to be somewhat lower in the variants with the use of sapropele and peat, and the lowest in the control variant. The research results revealed that the use of sapropele as a fertilizer for potatoes increases the content of organic matter, mobile phosphorus and exchangeable potassium, improves some of the physicochemical properties of the soil (exchangeable acidity, the amount of exchangeable bases) and increases its fertility. When using sopropele and peat at doses of 15, 30 and 50 t / ha, the yield of potato tubers of the Gala variety increased by 4.95, 9.00 13.95 t / ha and by 4.5, 4.95 and 8.1 t / ha, respectively. The use of Azophoska at doses of 100 kg / ha and 200 kg / ha increased the yield of potato tubers by 8.1 and 17.5 t / ha.*

**Key words:** *azophoska, humus horizon, arable layer, saptopel, light gray forest soils, peat, heavy metals, ecology.*

### References

1. Vasil'ev, O. A. Valovoj himicheskiy sostav pochv CHuvashskoj Respubliki i vliyanie ego na agrohimicheskie svojstva / O. A. Vasil'ev, D. P. Kir'yanov, N. A. Fadeeva // Agroekologicheskie i organizacionno-ekonomicheskie aspekty sozdaniya i effektivnogo funkcionirovaniya ekologicheski stabil'nyh territorij: materialy Vserossijskoj nauchnoj konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2017. – S. 18-23.
2. Vasil'ev, O. A. Sovremennyy etap razvitiya noosfery: nauchno obosnovannyj vozvrat v biologicheskiy krugovorot osadkov gorodskih stochnyh vod / O. A. Vasil'ev, L. N. Mihajlov. – CHEboksary: Pegas, 2007. – 171 s.
3. Vasil'ev, O. A. Ekologicheskoe sostoyanie pochv territorii Krasnoj ploshchadi i zaliva g. CHEboksary / O. A. Vasil'ev, T. A. Il'ina, A. V. CHernov // Ekologicheskie, pravovye i ekonomicheskie aspekty racional'nogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu ekologii v Rossii. – Saratov: Saratovskij GAU imeni N. I. Vavilova, 2017. – S. 54-59.
4. Il'ina, T. A. Agroekologicheskij monitoring zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya CHuvashskoj Respubliki / T. A. Il'ina, A. N. Il'in, O. A. Vasil'ev // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i social'noj infrastruktury sela: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2016. – S. 142-145.
5. Il'ina, T. A. Ekologicheskoe sostoyanie agrolandshaftov i osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij CHuvashskoj Respubliki: monografiya / T. A. Il'ina, O. A. Vasil'ev. – CHEboksary: Novoe vremya, 2011. – 153 s.
6. Kuvshinov, N. M. Agrofizicheskie faktory pochvennogo plodorodiya seryh lesnyh pochv dlya vedushchih sel'skohozyajstvennyh kul'tur Nechernozemnoj zony Rossii i ih regulirovannie v usloviyah intensivnogo zemledeliya: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora sel'skohozyajstvennyh nauk / N. M. Kuvshinov. – Nemchinovka: Moskovskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva «Nemchinovka», 1996. – 195 s.
7. Kuvshinov, N. M. V zavisimosti ot agrofizicheskogo sostoyaniya pochvy / N. M. Kuvshinov // Kukuruza. – 1995. – № 3. – S. 2-3.
8. Kuvshinov, N. M. Optimizaciya agrofizicheskikh svojstv pochv dlya sel'skohozyajstvennyh kul'tur / N. M. Kuvshinov // Agrarnaya nauka. – 1994. – № 6. – S. 56-57.
9. Kuvshinov, N. M. Optimizaciya agrofizicheskikh svojstv seryh lesnyh pochv dlya sel'skohozyajstvennyh kul'tur / N. M. Kuvshinov // Agroekologicheskie aspekty ustojchivogo razvitiya APK: materialy XV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. – Bryansk: Bryanskij GAU, 2018. – S. 89-94.
10. Monitoring zemel' CHuvashskoj Respubliki / T. A. Il'ina, O. A. Vasil'ev, V. M. Mutikov, YU. K. Kazankov. – CHEboksary: OOO «Suvar-sport», 2008. – 110 s.
11. Lozhkin, A. G. Monitoring fizicheskogo sostoyaniya seryh lesnyh pochv pri sel'skohozyajstvennom ispol'zovanii / A. G. Lozhkin, A. V. CHernov, V. G. Egorov // Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'. – 2018. – № 5 (160). – S. 57-62.
12. CHernov, A. V. Dinamika plodorodiya pochv CHuvashskoj Respubliki / A. V. CHernov, O. A. Vasil'ev // Agroekologicheskie i organizacionno- ekonomicheskie aspekty sozdaniya i effektivnogo funkcionirovaniya ekologicheski stabil'nyh territorij: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2017. – S. 157-163.
13. Optimization of plant nutrition using unconventional organic fertilizers and zeolite-containing tripoli / I. P. Eliseev, L. G. Shashkarov, O. A. Vasiliev, L. V. Eliseeva // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2020. – Sci. 433 012017.
14. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic / O. A. Vasilyev [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2020. – Sci. 433 012050.

### Information about authors

1. **Vasiliev Oleg Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Land Management, Cadastres and Ecology, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: vasiloleg@mail.ru, tel. (8352) 62-06-19, 8-905-19-777-81;

2. **Andreeva Olga Evgenievna**, postgraduate student of the Faculty of Biotechnology and Agronomy, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: kafedra\_zke@mail.ru, tel. (8352) 62-06-19, +7-9176610620;

3. **Vasiliev Alexander Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Service, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: 3777222@bk.ru, tel. : 8-937-3777-222.