

- in fruit of strawberry grown in a winter, annual hill production system // XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. – P. 345–346.
6. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection / *C.H. Fredericks* [et al.] // *J. Sci. Food Agric.*, 2013. – Vol. 93. – P. 846–852.
  7. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / *F. Giampieri* [et al.] // *Nutrition*, 2012. – Vol. 28. – P. 9–19.
  8. Assessment of the differences in the phenolic composition and color-characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC–MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / *R. Fernández-Lara* [et al.] // *Food Res. Int.*, 2015. – Vol. 76. – P. 645–653.
  9. Методы биохимического исследования растений / под ред. *А.И. Ермакова*. – Л.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1987. – 430 s.
  10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. *Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой*. – Орел: Изд-во VNIISPK, 1999. – 608 s.
  11. Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище / Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – М., 2004. – 240 s.

УДК 631.8

*Е.Н. Наквасина, Е.М. Романов, Е.Н. Шабанова,  
Е.Н. Косарева, О.Д. Кононов*

**ПРИМЕНЕНИЕ САПОНИТ-СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ\***

*Е.Н. Nakvasina, Е.М. Romanov, Е.Н. Shabanova,  
Е.Н. Kosareva, О.Д. Kononov*

**THE USE OF SAPONITE-CONTAINING MATERIALS AS MINERAL FERTILIZERS AT THE CULTIVATION OF POTATOES IN ARKHANGELSK REGION**

**Наквасина Е.Н.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: nakvasina@yandex.ru

**Романов Е.М.** – начальник отдела мониторинга плодородия земель станции агрохимической службы «Архангельская», асп. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Шабанова Е.Н.** – гл. агрохимик станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Косарева Е.Н.** – канд. хим. наук, зам. директора станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Кононов О.Д.** – д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, председатель Архангельского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», г. Архангельск. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Nakvasina E.N.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: nakvasina@yandex.

**Romanov E.M.** – Head, Department of Monitoring of Fertility of Lands of Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Post-Graduate Student, Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Shabanova E.N.** – Chief Agrochemist, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Kosareva E.N.** – Cand. Chem. Sci., Deputy-Director, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

**Kononov O.D.** – Dr. Agr. Sci., Corr. RAS, Chairman, Arkhangelsk Branch, IPO "V.V. Dokuchaev Society of Soil Scientists", Arkhangelsk. E-mail: agrohim\_29@mail.ru

\*Авторы благодарят ПАО «Севералмаз» за материальную поддержку постановки экспериментов и публикации материалов исследования.

Цель исследования – изучение влияния сапонит-содержащих побочных продуктов хвостов обогащения, полученных в результате переработки кимберлитовых пород на алмазном месторождении им. М.В. Ломоносова, на свойства почвы и урожай картофеля на аллювиальных почвах в Архангельской области. Опыт по изучению влияния сапонита в качестве минерального удобрения заложен в 2017 г. совместно ПАО «Севералмаз» и ФГБУ Станция агрохимической службы «Архангельская» на производственном участке СПК «Племзавод Холмогорский» Холмогорского района Архангельской области. Для закладки полевого опыта был выбран участок с пойменной дерново-глебоватой почвой, супесчаной по гранулометрическому составу, сформировавшейся на современных аллювиальных песчаных отложениях. Установлено, что при внесении в почву при выращивании сельскохозяйственной продукции сапонит-содержащие материалы оказывают влияние на свойства почвы и урожайность культур. На характер проявления их почвоулучшающих свойств влияют погодные условия, исходные свойства почвы, доза внесения глинистых материалов. На нейтральных почвах дополнительного подщелачивания не происходит. Наиболее заметные проявления в изменении плодородия почв сказываются на уровне содержания подвижного калия (до 12 %) и органического вещества. По вариантам опытов прирост органического вещества в почве составил 17,4–0,9 %, причем с увеличением дозы внесения сапонит-содержащих материалов накопление органического вещества снижалось. Прибавка урожая картофеля при внесении сапонит-содержащих материалов составила 9–18 ц/га. Применение сапонита в дозах выше 7 т/га снизило содержание нитратов в клубнях на 18–33 %.

**Ключевые слова:** сапонит-содержащие материалы, почва, урожай, картофель.

*The research objective was studying the influence of saponite-containing by-products of the tails of enrichment received as a result of processing of kimberlite rocks on Diamond Deposit named after M.V. Lomonosov on the properties of soils and the crop of potatoes on alluvial soils in Arkhangelsk Region. The experiment on studying the influence of saponite as mineral fertilizer was made in 2017 together by PC "Severalmaz" and FSBI Station of agrochemical service "Arkhangelskaya" on the production site of SEC "Breeding Farm Holmogorsky" of Holmogorsky area, Arkhangelsk Region. To lay out field experiment, the site with floodplain sod and gley soil, sandy loamy, formed on modern alluvial sandy sediments, was chosen. It was established that when adding into the soil at cultivation of agricultur-*

*al production saponite-containing materials had impact on the properties of soil and productivity of cultures. The nature of manifestation of their soil-improving properties was influenced by weather conditions, initial properties of the soil, the dose of introduction of clay materials. On neutral soils additional alkalifying did not occur. The most noticeable manifestations in the change of soils fertility affected the level of the content of mobile potassium (up to 12 %) and organic substance. By options of the experiments the gain of organic substance in the soil made 17.4–0.9 %, and with the increase in the dose of introduction of saponite-containing materials the accumulation of organic substance decreased. Potatoes crop increase at introduction of saponite-containing materials made 9–18 c/hectare. The application of saponite in the doses higher than 7 t/hectare lowered the content of nitrates in tubers by 18–33 %.*

**Keywords:** saponite-containing materials, soil, crop, potatoes.

**Введение.** Особенностью алмазного месторождения им. М.В. Ломоносова (Архангельская область) является высокое содержание в составе кимберлитовых пород минералов группы смектитов, идентифицируемых как сапонит. Побочная продукция, получаемая при переработке алмазосодержащих кимберлитовых пород на обогатительной фабрике по добыче алмазов, представлена глинистыми минералами, находящимися в виде геля в дисперсной среде. В минералогическом составе глин прудковской части хвостохранилища доля сапонит-содержащих материалов (сапонита) достигает 70 %. Общие запасы сапонита только на трубке Архангельская составляют 68 млн т [1, 2].

Встает вопрос о возможности их практического применения, что позволило бы решить экологические проблемы при складировании и хранении больших объемов побочной продукции, которая будет накапливаться при разработке следующих алмазоносных трубок.

В настоящее время сапонит считают сырьем XXI века. Он широко применяется в различных отраслях промышленности [1, 3, 4]. Используют сапонит для производства силикатных строительных материалов [2, 5], гидроизоляции при обустройстве полигонов хранения ТБО [6] и радиоактивных могильников [7, 8], фильтрации сточных вод [9], а также в медицине и курортном деле [10].

Проводятся исследования и по использованию сапонитовых глин в сельском хозяйстве. По мнению ряда авторов [11, 3, 4], они могут быть использованы как минеральные добавки к кормам и удобрениям, для детоксикации грунтов, как наполнители и гранулянты и др. Исследования показывают возможность применения подобных глинистых минера-

лов для сорбции гербицидов и пестицидов, вносимых в почву, а также тяжелых металлов [12–14].

Сапонит по своим свойствам отличается от других глинистых минералов, его относят к высокодисперсным сильно набухающим глинам. Особые свойства сапонит-содержащих побочных продуктов обогащения связаны с размером частиц менее 1 мкм, свойствами и строением минерала. Особыми свойствами сапонит обладает по отношению к воде, которая содержится в минерале в различных формах (свободная, легкоотделяемая и связанная) и накапливается в межпакетных пространствах [15]. В результате это обеспечивает не только высокую влагопоглощающую и водоудерживающую способности сапонит-содержащих материалов, но и вызывает набухание минеральных частиц более чем в 3 раза [16]. Сапонит обладает также высокой сорбционной способностью и катионообменной емкостью [15]. Именно эти свойства и вызывают подщелачивание почв при внесении сапонит-содержащих материалов, что было отмечено нами при изучении субстратов на основе торфа с добавлением сапонит-содержащих хвостов обогащения [17].

Испытание сапонит-содержащих побочных продуктов алмазного месторождения им. М.В. Ломоносова показало возможность их применения для подготовки субстратов на основе торфа и обезвоженного активного ила, которые могут использоваться при проведении рекультивационных работ [18, 17].

**Цель исследования:** изучение влияния сапонит-содержащих побочных продуктов хвостов обогащения, полученных в результате переработки кимберлитовых пород на алмазном месторождении им. М.В. Ломоносова, на свойства почв и урожай картофеля на аллювиальных почвах в Архангельской области.

**Условия, методика проведения и объект исследования.** Отбор проб сапонит-содержащих материалов на определение минерального состава проводился на обогатительной фабрике непосредственно из пульпы, направляемой в хвостохранилище (из сливов классификаторов).

Сапонит – мыльный камень, минерал из подкласса слоистых силикатов, группы монтмориллонита; химический состав  $\text{NaMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ . В виде изоморфной примеси содержит Fe, иногда Cr, а также Ni, Zn, Cu, Li и др. Образуется при выветривании темноцветных (магниевых) минералов ультраосновных пород (серпентинитов). Обладает свойствами бентонитов [19]. Согласно протоколу испытаний, проведенных в испытательной лаборатории САС «Архангельская», сапонит, полученный при переработке алмазосодержащих пород в Архангельской области, имеет водородный показатель pH 7,8; содержит 2 900 мг/кг подвижного фосфора, 350 мг/кг

подвижного калия и 5,6 мг/кг кальция. Присутствуют также химические элементы из группы тяжелых металлов в подвижной форме: медь – 0,18 мг/кг; цинк – 0,24; никель – 4,4; свинец – 5,0 мг/кг и др., не превышающие по содержанию ПДК. Массовая доля влаги в хвостах обогащения составила 76 %.

Опыт по изучению влияния сапонита в качестве минерального удобрения заложен в 2017 г. совместно ПАО «Севералмаз» и ФГБУ Станция агрохимической службы «Архангельская» на производственном участке СПК «Племзавод Холмогорский» Холмогорского района Архангельской области. Для закладки полевого опыта был выбран участок с пойменной дерново-глеевой почвой, супесчаной по гранулометрическому составу, сформировавшейся на современных аллювиальных песчаных отложениях.

Климат Холмогорского района умеренно континентальный, с частой сменой воздушных масс. Со стороны Атлантического океана нередко вторгаются циклоны, которые приносят с собой пасмурную погоду с осадками – прохладную летом и теплую зимой. В начале лета нередко бывают заморозки в воздухе и на земной поверхности. Изотермы самого теплого летнего месяца июля колеблются от +15 до +16 °С. Среднее годовое количество осадков составляет от 650 мм. Больше осадков выпадает в теплый период года, летом преимущественно ливневого характера, осенью преобладают обложные дожди. Воздух влажный во все сезоны года.

Весенне-летний период года постановки эксперимента отличался от средней многолетней климатической нормы. По данным ФГБУ Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [20], в 2017 г. на всей территории области был характерен недостаток тепла и избыток влаги, что сдерживало рост и развитие сельскохозяйственных культур и препятствовало проведению полевых работ. Средние месячные температуры в июне и августе были ниже нормы на 1,6–2,8 °С, и только в самый теплый месяц (июль) превышали среднюю многолетнюю норму на 0,1–3,4 °С. Сумма активных температур воздуха выше +10 °С все летние месяцы была ниже многолетней нормы на 31–254 °С. В течение летних месяцев выпадало много дождей, в том числе ливневых. В результате количество осадков превышало среднюю многолетнюю норму на 59–294 %. Неблагоприятные климатические условия – низкие температуры воздуха и частые дожди обусловили необычно позднюю посадку картофеля (21 июня).

В качестве посевного материала использовался картофель сорта Невский, который относится к среднепоздним сортам, отличается хорошими клубнеобразованием (10–15 клубней на кусте) и урожайностью (35–50 т/га).

Опыт закладывали на делянках 3×6 м в 4 повторностях в следующих вариантах: контроль; доза сапонита – 12 т/га; доза сапонита – 9,7 т/га; доза сапонита – 7,3 т/га; доза сапонита – 3,6 т/га.

Доза для внесения необходимого объема сапонита рассчитывалась на сухое вещество, согласно содержанию массовой доли влаги в сапоните. Таким образом, норма внесения сапонита на делянку составила по вариантам: 99; 80; 60; 30 л, или в пересчете на сухой сапонит: 21,6; 17,5; 13,1 и 6,5 кг соответственно. Необходимый для внесения на каждую делянку объем сапонита измерялся при помощи мерных сосудов. Внесение сапонита производилось вручную, при равномерном распределении всего объема по площади делянки, согласно схеме опыта.

После внесения удобрений проведено боронование почвы. Посадка производилась механизировано при помощи картофелесажалки навесной, ширина междурядья – 0,75 м, расстояние между лунками – 70 см. Таким образом, на каждой делянке было расположено 4 рядка картофеля с 8 клубнями. На каждой делянке (повторности) высаживали по 64 клубня.

Отбор образцов почвы для проведения агрохимических анализов проводился перед внесением сапонита и после уборки урожая с каждой делянки/повторности опытного участка. Химические испытания почвенных образцов были проведены на базе лаборатории ФГБУ САС «Архангельская». Для анализа использованы усредненные данные четырех повторностей каждого варианта опыта. Для оценки содержания тяжелых металлов была отобрана общая проба со всего опытного участка до внесения в почву сапонита и после уборки урожая.

Поздняя посадка и неблагоприятные условия в 2017 г. задержали развитие растений. Единичные всходы картофеля появились 3 июля, к 15 июля всходы наблюдались на всех опытных участках. Интенсивное нарастание ботвы продолжалось до 22 июля. Сильные продолжительные осадки в третьей декаде июля и первой декаде августа затормозили нарастание ботвы и дальнейшее нормальное развитие картофеля, что повлекло за собой отставание сроков цветения и снижение его интенсивности. Переизбыток влаги от сильных дождей в третьей декаде августа привел к гибели ботвы практически на всех опытных вариантах. При выращивании картофеля проводилось двукратное боронование до всходов согласно агротехническим требованиям и окучивание.

Уборка урожая проведена 21 сентября вручную, при этом в центральной части каждой из делянок, отступив по 1 метру от каждой стороны делянки, отбирали 6 учетных кустов, у которых определяли массу и размеры клубней, а также общий урожай с

куста. Общую урожайность картофеля по вариантам определяли путем взвешивания всех клубней с делянки.

В камеральных условиях определяли рН почвенной среды (ГОСТ 26483-85), содержание подвижных соединений фосфора и калия в почве (ГОСТ Р 54650-2011) и органического вещества (ГОСТ 26213-91), а также нитратов в клубнях картофеля (МУ 5048-89).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Влияние сапонит-содержащих материалов, вносимых в различных дозах в почву, прежде всего, должно было сказаться на ее свойствах, что и было проконтролировано в конце вегетационного периода.

Окультуренные аллювиальные почвы, на которых производилась постановка опытов, перед проведением эксперимента (весна 2017 г.) имели нейтральную кислотность (рН 6,1–6,2), что характерно для этого типа почв [21]. При таких высоких значениях рН существенного подщелачивания почв от внесения глинистых материалов не наблюдалось, в осенний период величина обменной кислотности составила по вариантам опыта от рН 6,0 до 6,1.

В то же время высокая дисперсность и силы поверхностного притяжения сапонитов оказали влияние на содержание питательных элементов, в частности подвижных форм фосфора и калия, в почве к концу периода вегетации (рис. 1, 2). Сравнили динамику накопления подвижных форм фосфора и калия относительно контрольного варианта, где сапонит-содержащие материалы не вносили.

Содержание подвижных форм фосфора до внесения сапонит-содержащих материалов составляло по вариантам опыта 240–303 мг/кг, в конце вегетационного периода произошло относительное выравнивание его количества (363–379 мг/кг). По отношению к исходным данным содержания  $P_2O_5$  в почве контрольного варианта величина прироста подвижных форм фосфора при внесении сапонит-содержащих материалов в пределах 3,6–9,7 т/га составила всего 1,6–1,7 %. Только внесение 12 т/га глинистых материалов увеличило содержание в почве подвижных фосфатов на 4,3 %.

В динамике содержания подвижного калия наблюдается другая закономерность: до внесения сапонит-содержащих материалов количество подвижного калия в почве по вариантам опыта составляло 104,8–129 мг/кг, а после уборки урожая увеличилось до 120,8–135,5 мг/кг. Прирост подвижного калия в почвах связан с количеством вносимого глинистого материала. Наибольшее увеличение  $K_2O$  (12,2 % по сравнению с контрольным вариантом) наблюдалось при наименьшей в опыте дозе внесения сапонит-содержащих материалов – 3,6 т/га, по мере увеличения количества вносимых глинистых материалов

прирост содержания подвижного калия снижался (см. рис. 2).

Различия в накоплении подвижных форм фосфора и калия при внесении в почву сапонит-содержащих материалов связаны со свойствами и строением сапонитов. Результаты исследований показали высокую сорбционность фосфатов сапонитами и удержание их на поверхности глинных мате-

риалов, то есть вывод из почвенного раствора [22]. Накопление калия в подвижной форме в почве обусловлено строением сапонитов, в составе которых присутствуют свободные к обмену его катионы (также как и  $Na^+$  и  $Ca^{2+}$ ), не закрепленные в кристаллической решетке [4]. На кумуляцию калия в почве указывали также [23].

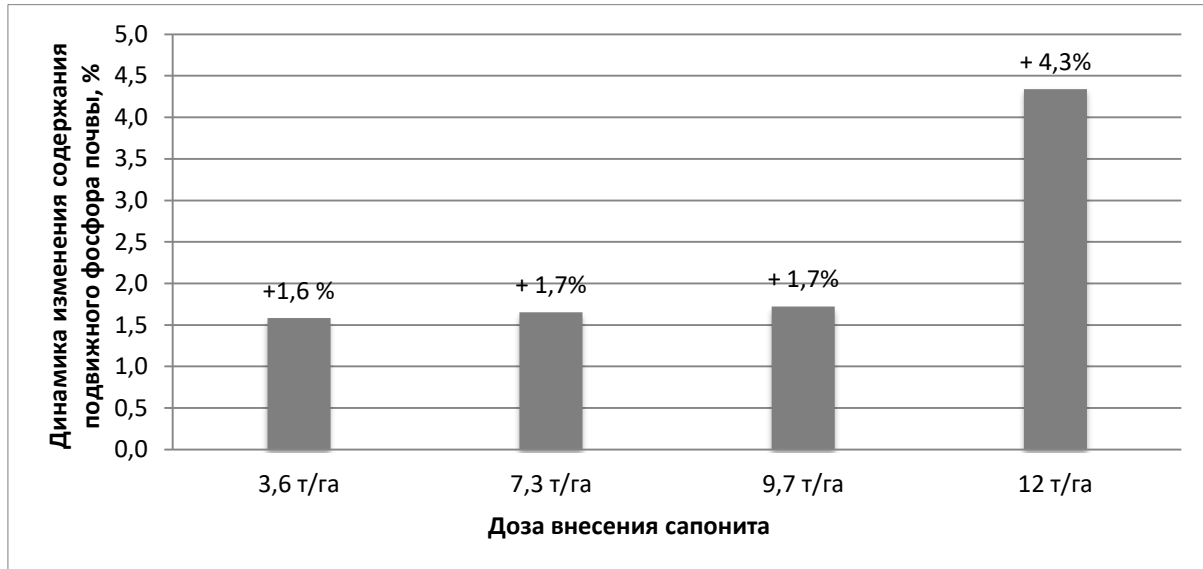


Рис. 1. Изменение содержания подвижного фосфора почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию подвижного фосфора в контрольном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

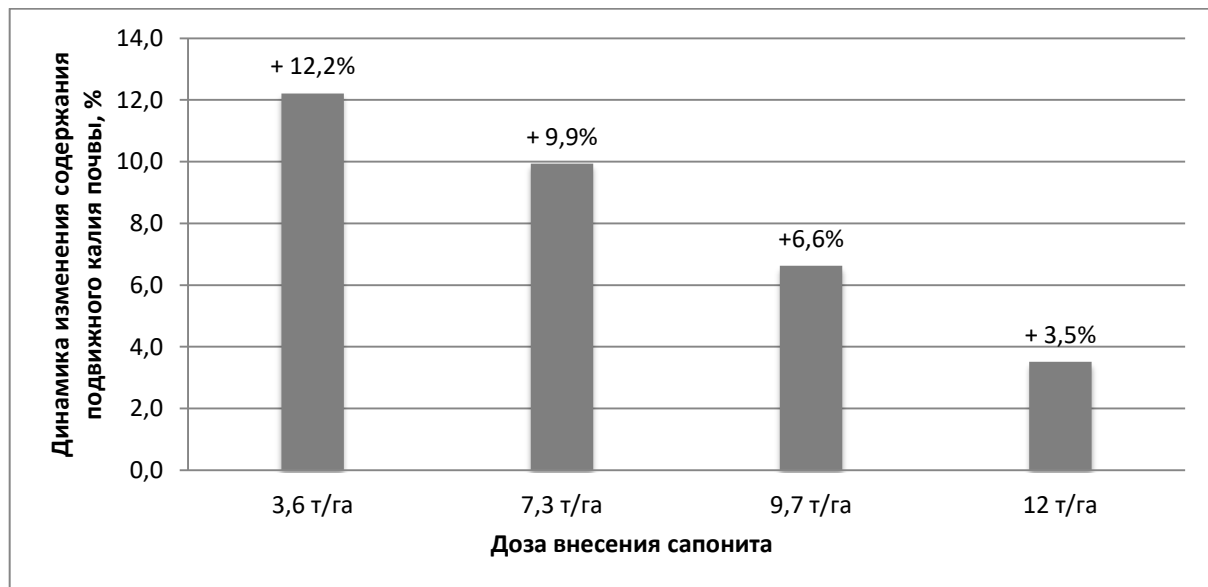


Рис. 2. Изменение содержания подвижного калия почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию подвижного калия в контрольном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

Согласно литературным данным, свойства сапонит-содержащих материалов, вносимых в почву, могут влиять на ее структурообразование (Карпенко, 2009) и закрепление в почве органического вещества

[24]. За вегетационный период на опытном участке наблюдалась тенденция увеличения органического вещества почвы от 2,7–3,2 до 2,9–3,3 %. По вариантам опытов прирост органического вещества в почве

составил 17,4–0,9 % (рис. 3), причем с увеличением дозы внесения сапонит-содержащих материалов накопление органического вещества снижалось. Относительно органической части почвы могло негативно

сказаться такое свойство сапонитов, как высокая водоудерживающая способность, которая в холодный и сырой год могла привести к перенасыщению почвы влагой и замедлить процесс гумусообразования.

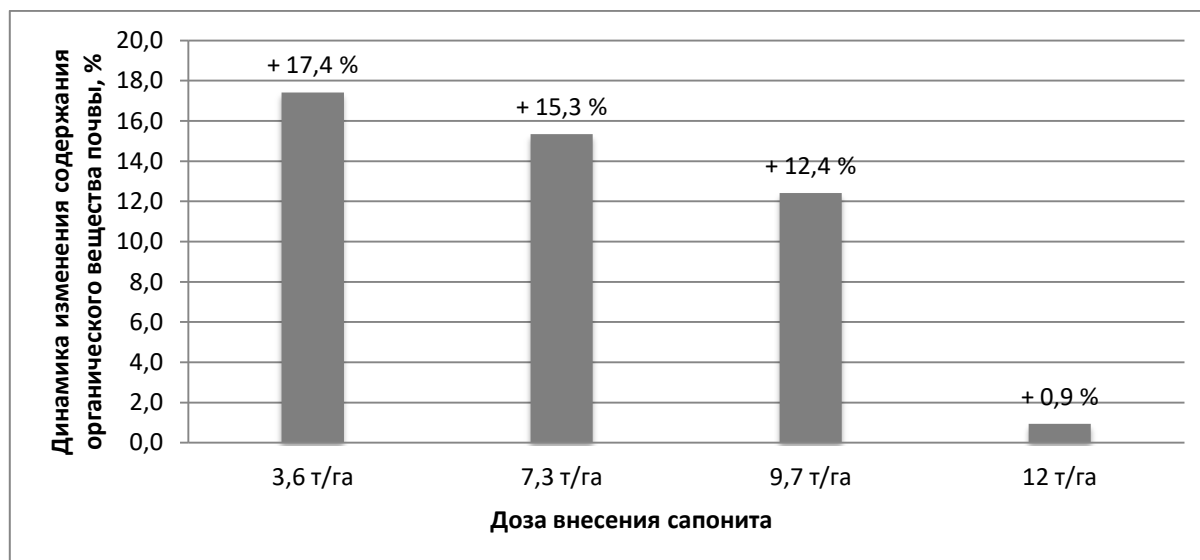


Рис. 3. Изменение содержания органического вещества почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию органического вещества в контрольном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

Изменения в свойствах почв, вызванные внесением сапонит-содержащих материалов, сказались и на урожае картофеля. В нетрадиционный по погодным условиям год с недостатком тепла и избытком влаги в течение вегетационного периода значительных различий по влиянию сапонит-содержащих материалов на формирование продукции не наблюдалось (рис. 4). В первую очередь, на развитии расте-

ний картофеля, образовании и формировании клубней могла сказаться высокая водоудерживающая способность сапонитов, которая привела к переизбытку влаги в почве и снижению продуктивности. В целом прибавка урожая составила 9–18 ц/га. Наиболее заметная прибавка урожая наблюдалась при минимальной дозе внесения сапонит-содержащих материалов (3,6 т/га).

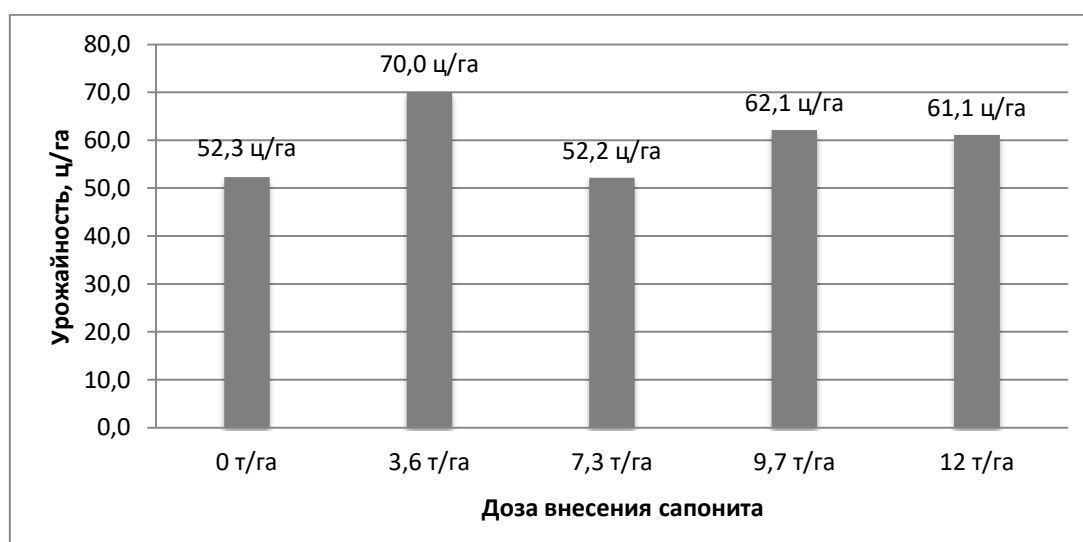


Рис. 4. Урожай картофеля при различных дозах внесения в почву сапонит-содержащих материалов

Провели проверку продукции (клубней картофеля) на содержание нитратов (рис. 5). Наблюдается

некоторое повышение нитратов при минимальной дозе внесения сапонит-содержащих материалов, при

увеличении дозы внесения происходит снижение кумуляции нитратов в клубнях на 18–33 %. Тенденция соизмерима с содержанием органического вещества в

почве (см. рис. 3), что закономерно и связано с кумуляцией, минерализацией органического вещества почвы и соотношением органического углерода и азота.

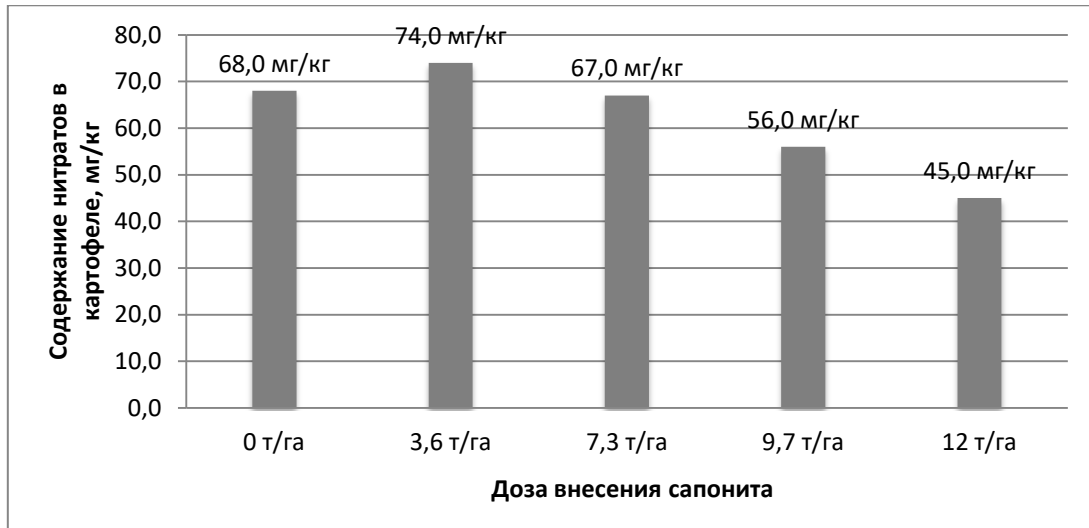


Рис. 5. Содержание нитратов в картофеле при внесении в почву сапонит-содержащих материалов

**Выводы.** Сапонит-содержащие материалы, получаемые в процессе переработки алмазосодержащих кимберлитовых пород на обогатительной фабрике на Ломоносовском месторождении алмазов (Архангельская область) обладают уникальными свойствами и при внесении в почву при выращивании сельскохозяйственной продукции могут оказать влияние на ее свойства и урожайность культур.

На характер проявления почвоулучшающих свойств сапонит-содержащих материалов влияют погодные условия, исходные свойства почвы, доза внесения глинистых материалов. На нейтральных почвах дополнительного подщелачивания не происходит. Наиболее заметные проявления в изменении плодородия почв сказываются на уровне содержания подвижного калия и органического вещества. Большие дозы сапонит-содержащих материалов могут привести к снижению содержания гумуса, что наблюдалось в опыте в год с избыточным увлажнением.

Необходимы эксперименты по подбору оптимальных доз внесения сапонит-содержащих материалов, имея в виду их использование как раскислителя на почвах низкого плодородия.

#### Литература

1. Шпилевая (Вержак) Д.В., Гаранин К.В. Алмазные месторождения Архангельской области и экологические проблемы их освоения // Вестн. Москов. ун-та. Сер. 4. Геология. – 2005. – № 6. – С. 18–27.
2. Облицов А.Ю. Утилизация отходов обогащения алмазосодержащей породы с учетом специфики месторождения им. М.В. Ломоносова // Записки Горного института. Т. 189. – СПб., 2011. – С. 141–145.
3. Nagy N.M., Kónya J. Interfacial chemistry of rocks and soils / Boca Raton: CRC; London: Taylor & Francis, 2010. – 229 p.
4. Миненко В.Г., Самусев А.Л., Тимофеев А.С. Глубокая переработка технологических шлам-содержащих вод алмазодобывающих предприятий с получением сапонита // Плаксинские чтения – 2013: мат-лы междунар. совещания (16–19 сентября 2013, г. Томск). – Томск, 2013. – С. 387–390.
5. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Изв. вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
6. Коршунов А.А., Невзоров А.Л. Особенности складирования и перспективы утилизации отходов обогащения кимберлитовых руд на месторождении алмазов им. М.В. Ломоносова // Вестн. Арханг. гос. техн. ун-та. Сер. «Прикладная геоэкология». – 2008. – Вып. 75. – С. 46–59.
7. Carlson L. Bentonite Mineralogy. Part 1: Methods of Investigation – a Literature Review. Part 2: Mineralogical Research of Selected Bentonites // Working Report 2004-02. Geological Survey of Finland. POSIVA OY. 2004. 105 p.

8. Савоненков В.Г., Андерсон Е.Б., Шабалев С.И. Глины как геологическая среда для изоляции радиоактивных отходов. – СПб., 2012. – 215 с.
9. Рудь В.Д., Самчук Л.М., Савюк І.В., Повстяна Ю. Аналіз дослідження властивостей сапонітової глини // Технологический аудит и резервы производства – Т. 1, № 4 (21), 2015. – С. 54–57.
10. Паныко А.В., Олейник В.А., Ковзун И.Г. и др. Влияние ультрадисперсного монтмориллонита на бальнеологические свойства пелоидов // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2013. – Т. 11, № 4. – С. 805–813.
11. Плякин А.М., Беляев В.В. Твердые полезные ископаемые Тимана: учеб. пособие. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2005. – 92 с.
12. Németh T., Balázs R., Sipos P., Jiménez J. Change of the metal sorption properties of clay minerals due to laboratory and natural pedogenic alterations. – Millán, 2003. – 74 p.
13. Aggarwal V., Li H., Teppen B.J. Triazinead sorption by saponite and clay minerals // Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 25, № 2, 2006. Pp. 392–399. Printed in the USA 0730-7268/06.
14. Alekseeva T., Kolyagin Yu., Sancelme M., Besse-Hoggan P. Effect of soil properties on pure and formulated mesotriene adsorption onto vertisol (Limagne plane, Puy-de-Dôme, France) // Chemosphere, 111, 2014. Pp. 177–183.
15. Савоненков В.Г., Андерсон Е.Б., Шабалев С.И. Глины как геологическая среда для изоляции радиоактивных отходов // СПб.: Инфо Ол, 2012. – 215 с.
16. Карпенко Ф.С. Влияние сапонита на устойчивость гидротехнических сооружений хвостохранилищ на месторождении им. М.В. Ломоносова Архангельской области // Геоэкология. – 2008. – № 3. – С. 269–271.
17. Наквасина Е.Н., Земцовская О.Н., Денисова А.И. Влияние сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов на свойства торфяных субстратов // Вестн. САФУ. Сер. «Естественные науки». – 2015. – № 2. – С. 65–72.
18. Тельминов И.В., Невзоров А.Л., Заручевных И.Ю. Искусственные грунты из отходов обогащения кимберлитовой руды // Вестн. МГСУ. – 2011. – № 1. – С. 128–131.
19. Словари, энциклопедии и справочники – Slovar. Сс. – URL: <https://slovar.cc/enc/bse/2038818.html> (дата обращения: 10.02.2018 г.).
20. Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: офиц. сайт. – URL: <http://www.sevmeteo.ru/company> (дата обращения: 12.04.2018 г.).
21. Афанасьев Г.В., Кашанский Д.В. Известкование кислых почв в Архангельской области // Архангельск: Северо-Западное кн. изд-во, 1964. – 61 с.
22. Buzetzky D., Nagy N.M., Kónya J. Trivalent cations modified bentonites against eutrophication // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). Book of abstracts. P. 60.
23. Bakker E., Lanson B., Khan T.B., Hubert F. Clay mineralogical evolution as a result of plant growth and potassium uptake // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. P. 70.
24. Barré P., Lutfalla S., Hubert F., Bernard S., Chenu C. Clay minerals and organic carbon persistence in soils // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. P. 68.

#### Literatura

1. Shpilevaja (Verzhak) D.V., Garanin K.V. Almaznye mestorozhdenija Arhangel'skoj oblasti i jekologicheskie problemy ih osvoenija // Vestn. Moskov. un-ta. Ser. 4. Geologija. – 2005. – № 6. – С. 18–27.
2. Oblicov A.Ju. Utilizacija othodov obogashhenija almasosoderzhashhej porody s uchetom specifiki mestorozhdenija im. M.V. Lomonosova // Zapiski Gornogo instituta. T. 189. – SPb., 2011. – С. 141–145.
3. Nagy N.M., Kónya J. Interfacial chemistry of rocks and soils / Boca Raton: CRC; London: Taylor & Francis, 2010. – 229 p.
4. Minenko V.G., Samusev A.L., Timofeev A.S. Glubokaja pererabotka tehnologicheskikh shlamsoderzhashhih vod almazodobyvajushhih predpriyatij s polucheniem saponita // Plaksinskie chtenija – 2013: mat-ly mezhdunar. soveshhanija (16–19 sentjabrja 2013, g. Tomsk). – Tomsk, 2013. – С. 387–390.
5. Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Avtoklavnye jacheistye betony na osnove magnezial'nyh glin // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
6. Korshunov A.A., Nevzorov A.L. Osobennosti skladirovaniya i perspektivy utilizacii othodov obogashhenija kимберлитovyh rud na mestorozhdenii almasov im. M.V. Lomonosova // Vestn. Arhang. gos. tehn. un-ta. Ser. «Prikladnaja geojekologija». – 2008. – Vyp. 75. – С. 46–59.
7. Carlson L. Bentonite Mineralogy. Part 1: Methods of Investigation – a Literature Review. Part 2: Mineralogical Research of Selected Bentonites //



- Working Report 2004-02. Geological Survey of Finland. POSIVA OY. 2004. 105 p.
8. Savonenkov V.G., Anderson E.B., Shabalev S.I. Gliny kak geologicheskaja sreda dlja izoljatsii radioaktivnyh othodov. – SPb., 2012. – 215 s.
  9. Rud' V.D., Samchuk L.M., Savjuk I.V., Povstjana Ju. Analiz doslīdzhennja vlastivostej saponitovoi glini // Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva – T. 1, № 4 (21), 2015. – S. 54–57.
  10. Pan'ko A.V., Olejnik V.A., Kovzun I.G. i dr. Vlijanie ul'tradispersnogo montmorillonita na bal'neologicheskie svojstva peloidov // Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii. – 2013. – T. 11, № 4. – S. 805–813.
  11. Pljakin A.M., Beljaev V.V. Tverdye poleznye iskopaemye Timana: ucheb. posobie. – Uhta: Izd-vo UGTU, 2005. – 92 s.
  12. Németh T., Balázs R., Sipos P., Jiménez J. Change of the metal sorption properties of clay minerals due to laboratory and natural pedogenic alterations. – Millán, 2003. – 74 p.
  13. Aggarwal V., Li H., Teppen B.J. Triazinead sorption by saponite and clay minerals // Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 25, № 2, 2006. Rp. 392–399. Printed in the USA 0730-7268/06.
  14. Alekseeva T., Kolyagin Yu., Sancelme M., Besse-Hoggan P. Effect of soil properties on pure and formulated mesotrione adsorption onto vertisol (Limagne plane, Puy-de-Dôme, France) // Chemosphere, 111, 2014. Pp. 177–183.
  15. Savonenkov V.G., Anderson E.B., Shabalev S.I. Gliny kak geologicheskaja sreda dlja izoljatsii radioaktivnyh othodov // SPb.: Info OI, 2012. – 215 s.
  16. Karpenko F.S. Vlijanie saponita na ustojchivost' gidrotehnicheskikh sooruzhenij hvostohranilishh na mestorozhdenii im. M.V. Lomonosova Arhangel'skoj oblasti // Geojekologija. – 2008. – № 3. – S. 269–271.
  17. Nakvasina E.N., Zemcovskaja O.N., Denisova A.I. Vlijanie saponitsoderzhashhih hvostov obogashhenija kimberlitov na svojstva torfjanyh substratov // Vestn. SAFU. Ser. «Estestvennye nauki». – 2015. – № 2. – S. 65–72.
  18. Tel'minov I.V., Nevzorov A.L., Zaručevnyh I.Ju. Iskusstvennye grunty iz othodov obogashhenija kimberlitovoj rudy // Vestn. MGSU. – 2011. – № 1. – S. 128–131.
  19. Slovare, jenciklopedii i spravoczniki – Slovar. Cc. – URL: <https://slovar.cc/enc/bse/2038818.html> (data obrashhenija: 10.02.2018 g.).
  20. Severnoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okružhajushhej sredy: ofic. sajt. – URL: <http://www.sevmeteo.ru/company> (data obrashhenija: 12.04.2018 g.).
  21. Afanas'ev G.V., Kashanskij D.V. Izvestkovanie kislyh pochv v Arhangel'skoj oblasti // Arhangel'sk: Severo-Zapadnoe kn. izd-vo, 1964. – 61 s.
  22. Buzetzky D., Nagy N.M., Kónya J. Trivalent cations modified bentonites against eutrophication // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). Book of abstracts. R. 60.
  23. Bakker E., Lanson B., Khan T.B., Hubert F. Clay mineralogical evolution as a result of plant growth and potassium uptake // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. R. 70.
  24. Barré P., Lutfalla S., Hubert F., Bernard S., Chenu C. Clay minerals and organic carbon persistence in soils // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. R. 68.