Научная статья
УДК 553.973:633.4
doi:10.35694/YARCX.2022.60.4.008

ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ

Вера Филипповна Позднякова[1], Марина Александровна Сенченко[2], Алексей Николаевич Сорокин[3]
[1, 3]Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Караваево, Россия
[2]Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия
[1]vfp577@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1626-4193
[2]senchenko@yarcx.ru
[3]aniks44@yandex.ru

Реферат. Во всём мире возрастает популярность внедрения органического сельского хозяйства. Одним из направлений реализации «зелёных технологий» является использование органического земледелия на основе местных природных ресурсов, которое позволяет получать экологически чистую продукцию и способствует сохранению естественного плодородия почвы. Цель работы – изучить влияние сухого сапропеля на содержание макро- и микроэлементов в капусте и картофеле в условиях песчаной дерново-подзолистой почвы в Костромской области. В процессе работы использовались следующие методы исследования: анализ теоретических материалов, проведение экспериментов, наблюдение, измерение, сравнение, обобщение, анализ. При внесении сапропеля в почву содержание макро- и микроэлементов в капусте и картофеле значительно выше, чем в варианте без сапропеля. Так, у капусты наблюдается повышение содержания кальция на 0,08 г/кг (15,4%), цинка – на 0,27 мг/кг (22,9%), меди – на 0,04 мг/кг (23,5%), железа – на 0,08 мг/кг (3,9%), серы – на 0,140 мг/кг (19,2%), калия – на 0,44 (18,1%), но снижается содержание марганца на 0,62 мг/кг (39,8%) и магния – на 1,62 мг/кг (3,0%). Повышенное содержание минеральных веществ отмечено и у картофеля. Как показывают данные опыта, применение сапропеля оказало положительное влияние на увеличение содержания макро- и микроэлементов в капусте и картофеле. В связи с вышеизложенным предлагается применять сапропель для пополнения почвы запасами органических и минеральных веществ в качестве удобрения и источника функциональных ингредиентов для растений.

Ключевые слова: *сапропель, удобрение, минеральные вещества, макро- и микроэлементы, почва, капуста, картофель*

INFLUENCE OF SAPROPEL ON MINERAL CONTENT IN CROPS

Vera F. Pozdnyakova[1], Marina A. Senchenko[2], Aleksey N. Sorokin[1]
[1, 3]Kostroma State Agricultural Academy, Karavaevo, Russia
[2]Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia
[1]vfp577@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1626-4193
[2]senchenko@yarcx.ru
[3]aniks44@yandex.ru

Abstract. The popularity of organic agriculture introduction is growing all over the world. One of the directions for the implementation of "green technologies" is the use of organic agriculture based on local natural resources, which allows to obtain environmentally friendly products and contributes to the preservation the natural soil fertility. The purpose of the work is to study the influence of dry sapropel on the content of macro- and microelements in cabbage and potatoes in the conditions of sandy sod-podzolic soil in the Kostroma region. In the process of work, the following research methods were used: analysis of theoretical materials, conducting experiments, observation, measurement, comparison, generalization, analysis. When adding sapropel to the soil, the content of macro- and microelements in cabbage and potatoes is significantly higher than in the variant without sapropel. Thus, cabbage has an increase in calcium content by 0.08 g/kg (15.4%), zinc by 0.27 mg/kg (22.9%), copper by 0.04 mg/kg (23.5%), iron by 0.08 mg/kg (3.9%), sulfur by 0.140 mg/kg (19.2%), potassium by 0.44 (18.1%), but manganese content decreases by 0.62 mg/kg

(39.8%) and magnesium by 1.62 mg/kg (3.0%). An increased content of minerals was also noted in potatoes. As experience data show, the use of sapropel had a positive effect on the increase in the content of macro- and microelements in cabbage and potatoes. In connection with the above, it is proposed to use sapropel to replenish the soil with reserves of organic and mineral substances as a fertilizer and a source of functional ingredients for plants.

Keywords: *sapropel, fertilizer, minerals, macro- and microelements, soil, cabbage, potatoes*

Введение. Перед агропромышленным комплексом России стоит задача по обеспечению населения продовольствием растительного и животного происхождения хорошего качества и преимущественно собственного производства.

В последнее время для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений всё больше применяются различные минеральные удобрения, химические препараты, а это приводит к возрастанию антропогенной нагрузки на окружающую среду, отражается на качестве получаемой продукции. Поэтому во всём мире возрастает популярность органического сельского хозяйства. Одним из направлений реализации «зелёных технологий» является использование органического земледелия с использованием местных природных ресурсов, которое позволяет получать экологически чистую безопасную продукцию и способствует сохранению естественного плодородия почвы. При возделывании сельскохозяйственных культур важно получать не только высокие урожаи, но и следить за показателями качества и безопасности выращенной продукции.

Учёные Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасной пищи неоднократно озвучивали нарастающую проблему нарушений микронутриентного пищевого статуса человека, а дефицит некоторых ингредиентов нарастает и представляет определённую опасность для его здоровья. Поэтому одним из важных направлений является производство пищевых продуктов функционального назначения. При формулировке выводов мы руководствовались определением по ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные», в соответствии с которым функциональный пищевой продукт – это специальный продукт, сохраняющий и улучшающий здоровье человека за счёт наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [1].

Сапропель (от греч. σαπρός – гнилой и πηλός – ил, грязь) – это донные отложения пресноводных водоёмов, которые сформировались из отмершей водной растительности, остатков живых организмов, планктона, также частиц почвенного перегноя, содержащие большое количество органических веществ, таких как лигниногумусовый комплекс, углеводы и другие. В доступной для растений форме в нём содержатся калий, натрий, фосфор, аминокислоты, витамины (B, E, C, P, D), органические ферменты, гуминовые кислоты. Благодаря разнообразному химическому составу, сапропель применяют в качестве удобрения для растений.

Многие исследователи отмечают, что применение сапропеля положительно влияет на агрохимические и водно-физические свойства почвы, снижая её кислотность. Он является естественным органическим отложением пресноводных водоёмов из водных растений, останков рыбы, мелких рачков, насекомых и является ценным ресурсом для обогащения почвы и растений органическими, минеральными веществами и не содержит семян сорных растений [2; 3; 4; 5].

Одной из важных задач агропромышленного комплекса является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Многочисленные исследования показывают, что ряд проблем сельского хозяйства может быть решён за счёт внутренних резервов страны, что крайне актуально в сложившейся экономической обстановке [6; 7; 8; 9].

В связи с этим нами была поставлена цель – изучить влияние сухого сапропеля на содержание макро- и микроэлементов в капусте и картофеле в условиях песчаной дерново-подзолистой почвы в Костромской области.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– изучить физико-химический состав сапропеля из озера Непряк Тюменской области;

– определить содержание макро- и микроэлементов в почве;

– определить содержание макро- и микроэлементов в капусте белокочанной и картофеле;

– экспериментально обосновать использование сухого сапропеля и сделать выводы.

Объекты и методы исследований. Экспериментальная часть работы выполнена в условиях личного подсобного хозяйства в Костромской области. В процессе работы использовали следующие методы: анализ теоретических материалов, проведение экспериментов, наблюдение, измерение, сравнение, обобщение, анализ.

На первом этапе исследований был изучен физико-химический состав сухого сапропеля.

Определение физико-химических показателей и токсичных элементов сапропеля проводили на базе ФГБУ Государственная станция агрохимической службы «Тюменская». Определение макро- и микроэлементов в почве, картофеле и капусте проводили на базе Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса».

На втором этапе был заложен полевой опыт, вариантами которого были контроль (без удобрений) и сапропель в норме 25 т/га (норма сапропеля 25 т/га примерно эквивалентна рекомендуемой норме органических удобрений (навоза) для дерново-подзолистых почв для капусты и картофеля) [10]. Испытания проведены на двух культурах – белокочанной раннеспелой капусте сорта Июньская и раннем картофеле сорта Невский. Сапропель вносили в почву на глубину заделки (8–10 см) вручную перед посадкой. Агротехника в опыте – общепринятая для зоны возделывания.

Опыты были заложены на типичной для местных почвенно-климатических условий дерново-подзолистой песчаной почве. Содержание гумуса 2,2%, подвижного фосфора – 230–260 мг/кг почвы, обменного калия – 180–210 мг/кг почвы, pH – 6,1.

В рамках поставленного опыта определяли влияние сапропеля на химический состав картофеля и белокочанной капусты.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года были жаркими и засушливыми. Сумма осадков за май, июнь, июль составила 66 мм, или 41% к среднемноголетней норме (160 мм). Гидротермический коэффициент вегетационного периода составил 0,28, что ещё раз подтверждает засушливые условия этого года. По данным наблюдений, фактическая температура в мае составила 13,6°С, выпало осадков – 57 мм, в июне – 19,9°С и 49 мм и в июле – 20,5°С и 73 мм соответственно. Август был близок к среднемноголетним показателям.

Результаты и их обсуждение. Изучаемый сапропель представляет собой сухую неоднородную рассыпчатую смесь чёрного цвета, которая по диаметру хорошо делится на фракции – крупная, средняя и мелкая. Было установлено, что массовая доля влаги в нём составляет 37,6%, массовая доля сухого вещества 62,4%. В сухом веществе содержалось: 53,3% органического вещества, 0,27% калия, 0,25% фосфора, 18,2% оксида кальция, 1,3% оксида железа, 4,41 мг/кг меди, 15,75 мг/кг цинка и 339 мг/кг марганца. Исследованиями установлено, что небольшое количество токсичных элементов в образце исследуемого сапропеля присутствует, но в пределах допустимых концентраций [11].

Далее были проанализированы образцы почвы на содержание макро- и микроэлементов в почве (табл. 1).

В варианте с сапропелем наблюдается повышение содержания фосфора, цинка, меди, марганца, магния, серы и железа. Так, содержание цинка увеличилось на 24,48 мг/кг (86,5%), магния – на 34,19 мг/кг (164,7%), железа – на 526,02 (81,04%) по сравнению с контролем.

На рисунке 1 показан внешний вид растений.

Внесение сапропеля в почву положительно повлияло на урожайность капусты и клубней картофеля, несмотря на то, что растения ощущали недостаток влаги. В вариантах с сапропелем его водоудерживающие свойства способствовали сохранению большего количества влаги в пахотном слое, чем в контроле. Так, урожайность капусты в контрольном варианте составила 37 т/га, в варианте с сапропелем – 44,3 т/га, что на 7,3 т/га (19,7%) больше. Урожайность картофеля при ис-

Таблица 1 – Результаты определения макро- и микроэлементов в почве

Показатель	Вариант опыта		±
	Контроль	Опыт (сапропель)	
Общая влага, %	12,79	18,30	+5,51
Сухое вещество, %	87,21	81,70	–5,51
Кальций, г/кг	1,58	1,62	+0,04
Фосфор, г/кг	0,62	2,03	+1,41
Цинк, мг/кг	28,3	52,78	+24,48
Медь, мг/кг	5,97	10,45	+4,47
Марганец, мг/кг	58,87	155,85	+96,88
Магний, мг/кг	21,36	55,55	+34,19
Сера, г/кг	0,222	0,229	+0,007
Железо, мг/кг	649,03	1175,05	+526,02
Калий г/кг	0,62	0,71	+0,09
Зола, %	99,05	99,01	–0,04

А Б

А – контроль; Б – опыт (сапропель).

Рисунок 1 – Внешний вид растений

пользовании сапропеля составила 37,2 т/га, что больше на 8,2 т/га (28,2%), чем в контроле, где она находилась на уровне 29 т/га.

Применение сапропеля также оказало положительное влияние на химический состав растений. Результаты определения макро- и микроэлементов в растениях капусты и картофеля представлены в таблице 2.

При исследовании содержания макро- и микроэлементов в капусте и картофеле оказалось, что в образцах капусты наблюдается повышение содержания кальция на 0,08 г/кг (15,4%), цинка – на 0,27 мг/кг (22,9%), меди – на 0,04 мг/кг (23,5%), железа – на 0,08 мг/кг (3,9%), серы – на 0,140 мг/кг (19,2%), калия – на 0,44 (18,1%), но значительно меньше содержится марганца – на 0,62 мг/кг (39,8%) и магния – на 1,62 мг/кг (3,0%). Повышенное содержание кальция, цинка, марганца, железа, магния, серы, калия наблюдается и у картофеля.

Таблица 2 – Химический состав растений

Показатель	Вариант опыта			
	Капуста		Картофель	
	Контроль	Сапропель	Контроль	Сапропель
Общая влага, %	92,91	92,9	82,01	77,85
Сухое вещество, %	7,09	7,1	17,99	22,15
Кальций, г/кг	0,44	0,52	0,10	0,12
Фосфор, г/кг	0,28	0,29	0,61	0,62
Цинк, мг/кг	1,44	1,71	3,18	3,55
Медь, мг/кг	0,13	0,17	0,49	0,31
Марганец, мг/кг	1,03	0,41	0,75	0,83
Железо, мг/кг	1,94	2,02	7,91	13,48
Магний, мг/кг	54,83	53,21	88,56	127,79
Сера, г/кг	0,586	0,726	0,541	0,559
Калий г/кг	1,98	2,42	3,97	4,31
Зола, %	0,63	0,75	1,00	1,09

Выводы. Как показывают данные опыта, по его результатам можно сделать предварительные выводы:

– применение сапропеля в данных погодных условиях оказало положительное влияние на увеличение содержания макро- и микроэлементов в кочанах капусты и клубнях картофеля;

– применять сапропель в количестве 25 т/га для повышения урожайности и содержания минеральных и органических веществ в почве и растениях;

– использовать сапропель в качестве удобрения и источника функциональных ингредиентов для растений.

Список источников

1. Сенченко М. А. Использование данных о миграции тяжелых металлов и микроэлементов при создании сырьевой базы пищевой промышленности // Пищевые системы. 2021. Т. 4, № 3S. С. 266–270. DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3S-266-270. ISSN 2618-9771.

2. Морозов В. В., Савельева Л. Н. Сапропель – природный ресурс органического сырья для производства сапропеле-минеральных удобрений // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 41–45. ISSN 2308-8583.

3. Wehausen R., Brumsack H. J. Chemical cycles in Pliocene sapropel-bearing and sapropel-barren eastern Mediterranean sediments // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2000. Vol. 158, Is. 3-4. P. 325–352. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00057-2.

4. Fazullin R. K., Khalitov R. A., Khuziakhmetov R. K. [et al.] Obtaining sapropel-based organomineral fertilizers from the mixed acids spent in producing nitrocellulose // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Innovative Technologies for Environmental Protection in the Modern World". 2021. Vol. 815. P. 012027.

5. Абрамова Н. В. Изучение и хозяйственное использование торфяных и сапропелевых ресурсов : сб. материалов Международ. симпоз., состоявшегося в Тюмени, 18–20 июля 2006 г. / отв. ред. Н. В. Абрамов. Тюмень : Тюменская гос. с.-х. акад., 2006. 324 с. ISBN 5-98346-029-3.

6. Лысакова Т. Н., Фомин И. А., Нестеренко А. В. [и др.] Перспективы применения экстракта сапропеля с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Гидрометеорология и экология. 2019. № 3 (94). С. 7–16. ISSN 2079-6161.

7. Митюков А. С., Гузева А. В. Сапропель как уникальный ресурс для развития различных отраслей народного хозяйства // Наука сегодня: вызовы и решения : материалы международ. науч.-практ. конф. В 2-х частях. Ч. 1. 2018. С. 180–181. ISBN 978-5-906850-97-3.

8. Канашова Е. Е. Экономическая эффективность применения сапропеля и минеральных удобрений в условиях Курганской области // Наука в исследованиях молодёжи : сб. тр. конф. В 4-х частях. Ч. 3. Лесниково : Курганская ГСХА, 2017. С. 26–28.

9. Плотников А. М., Созинов А. В., Дегтярев С.В. Урожайность и качество зерна пшеницы при использовании сапропеля в центральной части Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 4 (12). С. 27–29. ISSN 2227-4227.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : учеб. пособие. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с. ISBN 978-5-903034-96-3.

11. Позднякова В. Ф., Бушкарева А. С., Пивоварова Е. А. [и др.] Применение сухого сапропеля в кормлении цыплят // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 1 (45). С. 51–55. ISSN 1998-1635.

References

1. Senchenko M. A. Ispol'zovanie dannyh o migracii tjazhelyh metallov i mikrojelementov pri sozdanii syr'evoj bazy pishhevoj promyshlennosti // Pishhevye sistemy. 2021. T. 4, № 3S. S. 266–270. DOI: 10.21323/2618-9771-2021-4-3S-266-270. ISSN 2618-9771.

2. Morozov V. V., Savel'eva L. N. Sapropel' – prirodnyj resurs organicheskogo syr'ja dlja proizvodstva sapropelemineral'nyh udobrenij // Izvestija Velikolukskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. 2015. № 1. S. 41–45. ISSN 2308-8583.

3. Wehausen R., Brumsack H. J. Chemical cycles in Pliocene sapropel-bearing and sapropel-barren eastern Mediterranean sediments // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2000. Vol. 158, Is. 3-4. P. 325–352. https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00057-2.

4. Fazullin R. K., Khalitov R. A., Khuziakhmetov R. K. [et al.] Obtaining sapropel-based organomineral fertilizers from the mixed acids spent in producing nitrocellulose // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "Innovative Technologies for Environmental Protection in the Modern World". 2021. Vol. 815. P. 012027.

5. Abramova N. V. Izuchenie i hozjajstvennoe ispol'zovanie torfjanyh i sapropelevyh resursov : sb. materialov Mezhdunarod. simpoz., sostojavshegosja v Tjumeni, 18–20 ijulja 2006 g. / otv. red. N. V. Abramov. Tjumen' : Tjumenskaja gos. s.-h. akad., 2006. 324 s. ISBN 5-98346-029-3.

6. Lysakova T. N., Fomin I. A., Nesterenko A. V. [i dr.] Perspektivy primenenija jekstrakta sapropelja s cel'ju povyshenija urozhajnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur // Gidrometeorologija i jekologija. 2019. № 3 (94). S. 7–16. ISSN 2079-6161.

7. Mityukov A. S., Guzeva A. V. Sapropel' kak unikal'nyj resurs dlja razvitija razlichnyh otraslej narodnogo hozjajstva // Nauka segodnja: vyzovy i reshenija : materialy mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. V 2-h chastjah. Ch. 1. 2018. S. 180–181. ISBN 978-5-906850-97-3.

8. Kanashova E. E. Jekonomicheskaja jeffektivnost' primenenija sapropelja i mineral'nyh udobrenij v uslovijah Kurganskoj oblasti // Nauka v issledovanijah molodjozhi : sb. tr. konf. V 4-h chastjah. Ch. 3. Lesnikovo : Kurganskaja GSHA, 2017. S. 26–28.

Влияние сапропеля на содержание минеральных веществ в сельскохозяйственных культурах

9. Plotnikov A. M., Sozinov A. V., Degtyarev S.V. Urozhajnost' i kachestvo zerna pshenicy pri ispol'zovanii sapropelja v central'noj chasti Kurganskoj oblasti // Vestnik Kurganskoj GSHA. 2014. № 4 (12). S. 27–29. ISSN 2227-4227.

10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta : ucheb. posobie. Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s. ISBN 978-5-903034-96-3.

11. Pozdnyakova V. F., Bushkareva A. S., Pivovarova E. A. [i dr.] Primenenie suhogo sapropelja v kormlenii cypljat // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. 2019. № 1 (45). S. 51–55. ISSN 1998-1635.

Сведения об авторах

Вера Филипповна Позднякова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частной зоотехнии, разведения и генетики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 3527-6007.

Марина Александровна Сенченко – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 4975-1748.

Алексей Николаевич Сорокин – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», spin-код: 8849-3854.

Information about the authors

Vera F. Pozdnyakova – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Private Animal Science, Breeding and Genetics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 3527-6007.

Marina A. Senchenko – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of the Production and Processing Technology of Agricultural Products, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslavl State Agricultural Academy", spin-code: 4975-1748.

Aleksey N. Sorokin – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing and Selection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State Agricultural Academy", spin-code: 8849-3854.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.