

V.A. Kasatikov¹, N.P. Shabardina¹, V.A. Raskatov²

¹All-Russian Scientific Research Institute of Organic Fertilizers – a branch of Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Pryanishnikova ul. 2, 601390 Vyatkin, Russia, e-mail: kasv47@yandex.ru;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, 127550 Moscow, Russia, e-mail: raskatovv@list.ru

The results obtained in field experiments on the effect of agrochemicals based on organogenic urban and livestock waste on the agroecological properties of agroecocenosis are presented.

Key words: agrochemicals, waste, agroecocenosis, trace element composition.

УДК 631:631.9:631.95

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.М. Визирская, Н.И. Аканова, ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»,

e-mail: N_Akanova@mail.ru

Л.П. Бельтюков, ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Работа выполнена по государственному заданию № 0572-2019-0011

Установлено, что при внесении фосфогипса (ФГ) увеличивается содержание кальция в почвенном поглощающем комплексе до оптимальных параметров (85%), достигается хорошая водопрочность, повышается содержание подвижных фосфора и серы. Отмечено значительное улучшение физических свойств почвы под воздействием ФГ: порозность увеличилась от 46 (удовлетворительная) до 56 % (отличная), количество водопрочных агрегатов - от 30 до 50 % (водопрочность изменилась от удовлетворительной до хорошей). Применение ФГ обеспечило повышение урожайности семян льна, прибавка составила 0,36 т/га, или 27%. Наибольшее содержание и сбор масла с единицы площади обеспечивал вариант с применением ФГ. Учет урожая зерна озимой пшеницы при внесении ФГ составил 5,48 т/га, прибавка 0,74 т/га, или 15,6%. Уборочный индекс озимой пшеницы был более высоким в условиях внесения ФГ и составил 50%, а на контроле – 38%. Последствие ФГ оказало положительное влияние на качество зерна: содержание белка составило 14,39%, клейковины - 23,9, стекловидность 53%, что достоверно выше, чем на контроле на 1,81; 2,8; 3% соответственно.

Ключевые слова: фосфогипс, чернозем обыкновенный, свойства почв, озимая пшеница, лен масличный, урожайность, качество зерна.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.19

Государственная стратегия устойчивого развития земледелия в России в экологической сфере направлена на сохранение и восстановление агроэкосистем, стабилизацию и улучшение качества окружающей среды, организацию переработки и утилизацию промышленных отходов. Эффективное применение в сельскохозяйственном производстве кальцийсодержащих отходов промышленности обеспечит решение проблемы рационального использования природных ресурсов [1].

Сырьевая база для химической промышленности исходит, в связи с этим актуальнее становится вовлечение в производство как сырья с низким содержанием полезных компонентов, так и отходов производства [2, 3]. Это относится и к фосфогипсу (ФГ) – крупнотоннажному отходу производства фосфорной кислоты. Фосфогипс можно использовать в сельском хозяйстве: для мелиорации солонцов, в смеси с известью для мелиорации кислых почв. ФГ имеет ряд технико-экономических преимуществ: по сравнению с другими мелиорантами, он может годами храниться в полевых условиях; благодаря тонкодисперсности при его внесении обеспечивается лучший контакт с почвой; водные растворы ФГ имеют кислую реакцию, что способствует снижению щелочности солонцов. ФГ содержит 1,5-2,5% водорастворимого фосфора, около 1% микроэлементов и обладает вследствие этого не только мелиора-

тивным, но и агрохимическим действием [4]. Внесение ФГ способствует существенному улучшению физико-химических, агрофизических свойств почв и как следствие - повышению урожайности сельскохозяйственных культур [5, 6]. Однако ФГ имеет и ряд недостатков, одним из которых является наличие в его составе фтора, стронция, как нежелательных примесей [7].

Включение в систему питания растений ФГ позволяет решить комплекс задач: максимально возможное использование сырьевых ресурсов, улучшение экологической обстановки, повышение плодородия почв и продуктивности растений.

Цель нашей работы - дать агроэкологическую оценку последствию нейтрального фосфогипса на плодородие почвы и продуктивность льна масличного и озимой пшеницы.

Методика. Производственные опыты заложены в 2017 г. в условиях Целинского района Ростовской области. Результаты лабораторных анализов показали экологическую безопасность применения исследуемого ФГ: эффективная удельная активность естественных радионуклидов составила 12,4 Бк/кг, что ниже уровня ПДК (4000 Бк/кг) в 356 раз. В качестве объектов исследования в опыте изучали лен масличный сорта ВНИИМК 620 по предшественнику яровой ячмень и озимая пшеница сорта Гром. Площадь учетной делянки 7,2 га,

повторность 4-кратная. Агротехника культур общепринятая для Ростовской области.

Почва опытного участка - чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый, содержание тяжелых металлов в пределах естественного фона, что характеризует почвы как слабозагрязненные. Это позволяет получать на исследуемых почвах экологически безопасную сельскохозяйственную продукцию. Внесение ФГ способствовало улучшению агрофизических и агрохимических показателей почвы (табл. 1). В варианте с внесением ФГ в дозе 5 т/га содержание кальция в почвенном поглощающем комплексе (ППК) возросло до оптимальных параметров, достигнув 85%, в опытном варианте на контроле - 78%. С улучшением физико-химических свойств почвы улучшились и её физические свойства. В варианте с внесением ФГ водопрочность ($\Sigma > 0,25$ мм) стала удовлетворительной - 42%, в то время как на контроле она оставалась недостаточно удовлетворительной - 30%. Порозность в варианте с внесением ФГ увеличилась с 46 до 50%.

1. Агрохимические показатели в слое почвы 0-30 см

Вариант опыта	рН	Гу- мус, %	Содержание, мг/кг почвы			Плот- ность почвы, г/см ³
			P ₂ O ₅	K ₂ O	S- SO ₄	
До всходов						
Контроль (б/у)	8,3	3,40	18,6	385	2,0	1,41
Фосфогипс, 5 т/га	8,1	3,42	31,1	403	10,1	1,28
После уборки урожая льна						
Контроль (б/у)	8,3	3,37	19,2	361	3,5	1,33
Фосфогипс, 5 т/га	7,7	3,38	24,4	421	19,4	1,28
После уборки урожая озимой пшеницы						
Контроль (б/у)	8,3	3,37	19,2	373	4,0	1,35
Фосфогипс, 5 т/га	8,3	3,38	35,1	430	24,9	1,17

Отмечено, что начиная с фазы бутонизации и до полной спелости в варианте с применением ФГ, вегетация растений льна сократилась на 2-3 дня по сравнению с контролем. Проведение структурного анализа снопов выявило, что наибольшие показатели высоты растений, их числа на 1 м², числа коробочек и семян на одном растении, а также массы семян с одного растения получены в варианте с применением ФГ (табл. 2).

2. Структура урожая льна масличного

Наблюдаемые параметры		Контроль (без удобрений)	Фосфогипс, 5 т/га
Высота растений, см		57,1	65,4
Число	растений на 1 м ²	501	545
	коробочек на 1 растении	14,8	15,3
	семян в коробочке	5,7	6,2
	семян с 1 растения	84	95
Масса, г	семян с 1 растения	0,31	0,34
	1000 семян	3,7	3,6
Масличность семян, %		30,61	32,0
Сбор масла, т/га		0,41	0,54
Урожайность, т/га		1,33	1,69

Данные учета урожайности льна свидетельствуют, что в варианте с применением ФГ получено 1,69 т/га семян, прибавка составила 0,36 т/га, или 27%. Наибольшее содержание и сбор масла с единицы площади обеспечил вариант с применением ФГ.

Расчет экономической эффективности применения ФГ под лен показал, что в удобренном варианте полу-

чены максимальные прибыль и рентабельность, а также наименьшая себестоимость продукции (табл. 3).

3. Оценка экономической эффективности применения фосфогипса под лен масличный

Показатель	Единица измерения	Контроль (б/у)	Фосфогипс, 5 т/га
Всего затрат на 1 га	руб.	13100	16258
Заработная плата и налоги	руб/га	787	976
Семена	руб/га	2100	2100
СЗР	руб/га	1651	1651
Минеральные удобрения	руб/га	-	150
TСM	руб/га	1702	4710
Амортизация	руб/га	1287	1287
Валовой сбор	т/га	1,33	1,69
Себестоимость продукции	руб/т	9850	9620
Цена льна масличного	руб/т	17200	17200
Выручка	руб/т	22876	29068
Прибыль	руб/га	9776	12810
Рентабельность	%	74,6	78,8

На 2-й год после внесения ФГ возделывали озимую пшеницу. В течение вегетации определяли влажность почвы и запасы продуктивной влаги в слоях 0-20; 0-30; 0-50 и 0-100 см. Максимальные влажность почвы и запасы продуктивной влаги отмечены во время возобновления вегетации озимой пшеницы, они значительно больше в варианте с внесением ФГ. Так, в слое почвы 0-100 см их содержание составило 90,1 мм на контроле и 96,4 мм в варианте с применением ФГ.

При практически одинаковом числе растений на 1 м² наблюдается существенная разница в массе снопа: в варианте с ФГ она на 36,5 г больше, чем на контроле. В этом же варианте отмечено и более высокое содержание элементов питания, особенно азота и калия. Известно, что наилучшее соотношение N : P для получения высококачественного продовольственного зерна 10:1 и/или 11:1. Как видно, в варианте с ФГ вероятность получения продовольственного зерна более высокая (табл. 4).

4. Состояние растений озимой пшеницы в фазе выхода в трубку

Вариант опыта	Число		Кустистость 1 растения	Масса снопа, г/м ²	Содержание, %*			N: P
	растений на 1 м ²	стеблей на 1 м ²			N	P	K	
Контроль	249	556	2,23	870,3	2,16	0,36	3,93	6:1
ФГ, 5 т/га	248	533	2,15	906,8	2,71	0,31	4,49	9:1

*Содержание на абсолютно сухое вещество.

Наибольшие высота растений (76,7 см) и длина колоса (7,3 см) отмечены в варианте с ФГ, что на 2,3 и 0,8 см, соответственно, больше чем на контроле (табл. 5).

5. Структура урожайности озимой пшеницы

Показатель	Контроль (б/у)	ФГ, 5 т/га
Число растений на 1 м ²	282	346
Число продуктивных стеблей на 1 м ²	784	812
Масса сухого снопа, г/м ²	1523,8	1625,4
Масса зерна со снопа, г/м ²	578,7	807,5
Уборочный индекс (K _{уб}), %	38,0	50,0
Число зерен в колосе	16,7	23,4
Масса зерна с 1 колоса, г	0,74	0,99
Урожайность, т/га	4,74	5,48

Повышение урожайности озимой пшеницы в условиях применения ФГ обусловлено формированием большего числа растений и продуктивных стеблей на единицу площади. Прибавка урожая зерна в варианте с ФГ по сравнению с контролем составила 0,74 т/га, или 15,6% ($HCp_{05} = 0,28$). Уборочный индекс озимой пшеницы был более высоким в условиях внесения ФГ.

Последствие ФГ оказало положительное влияние на показатели качества зерна: содержание белка 14,39%, клейковины 23,9, стекловидность 53%, что достоверно выше, чем на контроле на 1,81; 2,8; 3% соответственно. Качество клейковины и масса 1000 зерен были в вариантах практически одинаковыми. Клейковина имела II группу качества в обоих вариантах (80 и 87 ед. ИДК).

Внесение ФГ в дозе 5,0 т/га обусловило накопление кальция и стронция, при этом выявлена дискриминация стронция. Увеличение содержания кальция по отношению к контролю составило 226 мг/кг. Одновременно увеличилось содержание стронция в зерне до 1,32 мг/кг. КД составил 7,62, что свидетельствует о том, что растения преимущественно накапливают кальций (КД >1).

Таким образом, установлено, что при выращивании льна масличного и озимой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области внесение под основную обработку почвы 5 т/га ФГ высокоэффективно: способству-

ет увеличению урожайности, улучшению качества семян и плодородия почвы.

Литература

1. Аканова Н.И., Шеуджен А.Х., Визирская М.М., Андреев А.А. Агроэкологическая эффективность нейтрализованного фосфогипса, как химического мелиоранта и фосфорсодержащего минерального удобрений в условиях богарного земледелия Краснодарского края // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2018. - №2(362). - С. 32-38.
2. Ангелов Л.И., Левин Б.В., Черненко Ю.Д. Фосфатное сырьё. - М.: Недра, 2000. - 120 с.
3. Аристархов А.Н. Агрохимия серы. - М., 2007. - 272 с.
4. Горлов А.А., Кречетов П.П., Розова О.Б. Изменение химического состава почв под влиянием фосфогипса // XXIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2016», 2016. - С. 34-35.
5. Дзикович К.А., Семенухин В.В., Ахмедов А.А. Фосфогипс – удобрение и мелиорант на сероземах Средней Азии // Исследования использования фосфогипса. Тр. НИУИФ. - 1989. - Вып. 256. - С. 60-75.
6. Докучаева Л. М., Юркова Р. Е., Шалашиова О. Ю. Использование фосфогипса и фосфогипсодержащих мелиорантов для мелиорации солонцовых почв в условиях орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. - 2012. - № 3(07). - С. 52-64.
7. Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. - М.: Химия, 1990. - 221 с.

EFFICIENCY OF PHOSPHOGYPSUM APPLICATION DURING CULTIVATION OF OIL FLAX AND WINTER WHEAT

M.M. Vizirskaya¹, N.I. Akanova¹, L.P. Beltyukov²

¹Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: N_Akanova@mail.ru;

²Don State Agrarian University, Krivosheynskaya ul. 24, 346493 pos. Persianovskiy, Russia

It has been established that under application of phosphogypsum (FG) calcium content in the soil absorption complex increases to optimal parameters (85%) and good water resistance is achieved. There has been a significant improvement in the physical properties of the soil under the influence of FG: the soil porosity increased from 46 (satisfactory) to 56% (excellent), the percentage of water-resistant units increased from 30 to 50 (water resistance has changed from satisfactory to good). Application of FG increased yield of flax seeds with additional yield 0.36 t/ha or by 27%. The highest content and yield of oil from the area unit was obtained from the variant with application of FG. Harvest of winter wheat grain after application of FG was 5.48 t/ha with additional yield 0.74 t/ha or 15.6%. Harvesting index for winter wheat was higher in case of FG application (50.0%) in compare with control – 38.0%. Aftereffect of FG had a positive impact on grain quality indicators: protein content equals 14.39%, gluten – 23.9%, grain hardness – 53%, which is significantly higher than on control by 1.8%, 2.8% and 3% respectively.

Keywords: phosphogypsum, ordinary chernozem, soil properties, winter wheat, oil flax, yield, grain quality.

УДК 631.8:635.21:539.16

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ НА РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЕ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

А.Е. Секирников, В.В. Седов, Т.И. Васькина,

В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н., С.А. Бельченко, д.с.-х.н.,

Брянский государственный аграрный университет, e-mail: bgsha @bgsha.com

243365, Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино, ул. Советская, д.2а

Изучено в длительном полевом опыте на дерново-подзолистой рыхлоспесчаной, радиоактивно загрязненной почве действие органических, органоминеральных и минеральных удобрений, как при отдельном применении, так и в сочетании с пестицидами и биопрепаратом Гумистим, на урожайность и качество клубней картофеля сорта Кураж, возделываемого в плодосменном севообороте. Показано, что в среднем за годы исследований наиболее высокая урожайность (35,1 т/га) картофеля получена по органоминеральной системе удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) в комплексе с пестицидами и биопрепаратом Гумистим. Величина прибавки урожая клубней картофеля от применения пестицидов составляла 4,8 т/га, а от биопрепарата Гумистим - 4,4 т/га. Данные средства химизации повышали товарность клубней картофеля. Наиболее высокая концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля отмечалась при внесении полного минерального удобрения в дозах $N_{150}P_{60}K_{180}$ и $N_{225}P_{90}K_{270}$, как при