

ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЯ-МЕЛИОРАНТА НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

В. П. Максименко, д.с.-х.н., Т. Л. Волчкова, С. А. Меньшикова, ВНИИГиМ

Рассмотрена возможность использования мочевиноформальдегидного структурообразователя в качестве удобрения-мелиоранта. Приведены результаты экспериментов по выращиванию картофеля с применением удобрения-мелиоранта, указывающие на его высокую эффективность.

Ключевые слова: плодородие, урожайность картофеля, удобрения, искусственные структурообразователи, мочевиноформальдегид.

В нынешней экономической ситуации, когда возникла потребность замещения импорта растениеводческой продукции производством собственной, необходимы новые технологии, обеспечивающие не только получение планируемых объемов продукции растениеводства, но и воспроизводство плодородия почв. По данным статистических отчетов, в России только 10 % пашни по плодородию почв в хорошем состоянии, 30-40 % - в удовлетворительном, остальная часть - в неудовлетворительном. Это связано с тем, что в земледелии сложился отрицательный баланс питательных веществ. Ежегодный их вынос в 3 раза превышает возврат с вносимыми минеральными и органическими удобрениями [13; 10]. Решить эти проблемы можно только при внедрении в производство инновационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом не следует отбрасывать то лучшее, что дает традиционное адаптивно-ландшафтное земледелие, базирующееся на широком использовании биологических методов (способов) повышения плодородия почв. Хотя и в этом комплексе мероприятий недостаточно полно используются биопотенциал самих растений и присущее им свойство - оставление части аккумулированной энергии для последующих культур. Поэтому здесь огромное поле деятельности для развития научных исследований и разработки инновационных технологий.

Цель исследований - выявить резервы повышения урожайности картофеля при использовании удобрения-мелиоранта.

Устойчиво высокая урожайность картофеля обеспечивается на рыхлых оструктуренных почвах, обогащенных комплексом минеральных и органических удобрений. Поэтому использование химических продуктов пролонгированного действия для оструктурирования почв с целью восстановления и повышения их плодородия - одна из важнейших задач земледелия. Результаты многочисленных исследований, проведенных в России, Германии, США и в других странах [12; 17; 18; 16; 4; 15; 11; 19], свидетельствуют о том, что с прошлого столетия в этом направлении ведутся интенсивные работы, связанные с получением и практическим применением различных искусственных структурообразователей в виде битумных эмульсий,

пенопластов, синтетических смол и полимеров для прямого воздействия на структуру почвы и улучшения ее водного и теплового режимов. Искусственные структурообразователи используют для защиты почв от водной и ветровой эрозии, при закреплении и озеленении склонов, откосов; в орошаемом земледелии - для увеличения эрозионно-допустимых поливных норм. Достигнутые в этом направлении результаты позволяют рассчитывать на самое широкое использование искусственных структурообразователей с целью сохранения и воспроизводства почвенного плодородия и получения высоких урожаев.

Известны сложные медленно действующие удобрения, полученные на основе мочевиноформальдегидных смол [12; 15]. Состав и физико-химические свойства мочевиноформальдегидных соединений во многом зависят от условий конденсации, прежде всего, от температуры и pH раствора.

Мочевиноформальдегид - труднорастворимое азотное удобрение, содержащее общего азота в карбидформе 37-40 %, из них водорастворимого только 4-10 %. Азот удобрения не вымывается из почвы и не выносится на её поверхность с восходящими токами влаги, а по мере разложения хорошо используется растениями. Поэтому мочевиноформальдегидные удобрения перспективны для районов с избыточным увлажнением и на орошаемых землях, а также при внесении больших доз азотных удобрений, обеспечивая невысокие концентрации азота в почвенном растворе и оставаясь источником удобрения в течение длительного времени [3].

Общие недостатки существующих удобрений - высокая плотность субстрата при незначительной степени пористости, повышенном содержании вымываемого формальдегида, низкой влагоемкости и сорбционной способности к токсикантам, низкой биостимуляции; отсутствие информации о влиянии мочевиноформальдегидного (карбамидоформальдегидного) пенопласта на поступление в растения тяжелых металлов и, в целом, на качество продукции. Не изучены вопросы биологизации процессов формирования плодородия почв при применении высокомолекулярных полимеров путем направленного использования положительных свойств самого растения.

Сотрудниками ВНИИГиМ и специалистами ООО "Газостройинвест" создано вспененное карбамидоформальдегидное удобрение (ВКФУ), или удобрение-мелиорант длительного комплексного действия.

Изготавливается удобрение-мелиорант в виде порошка, который можно использовать как аэрант, сорбент, биостимулятор и комплексный мелиорант с содержанием азота общего до 34,2 % и подвижного - до

0,28, фосфора – до 0,41, калия – 0,0018, магния – 0,005 %. В состав полимера могут включаться различные поверхностно-активные вещества, микробиологические и органические добавки и штаммы. Удобрение-мелиорант содержит микроэлементы: бор, железо, марганец, медь, цинк, молибден и др. (рис. 1).

Плотность порошката при влажности 8,3 % от массы не превышает 22,4 кг/м³. При содержании открытых пор 85-92 % он аккумулирует в себе доступную для растений влагу - до 3000-3500 % от массы. При механическом смешивании размолотого порошката с почвой возможно создание субстрата с заданными



Рис. 1. Компонентный состав удобрения-мелиоранта (% от массы)

В дальнейшем на основе композитной технологии его изготовления удобрение-мелиорант было модернизировано, что позволило существенно



а)



б)

Рис. 2. Вид поля перед посадкой картофеля в ОПХ «Подвязые» (а), на Яхромской пойме заделка мелиоранта при посадке картофеля (б)

В экспериментах на Яхромской пойме под опыты был отведен участок с торфяно-болотными почвами. Удобрение-мелиорант вносили поверхностно непосредственно перед посадкой картофеля сорта Артемис (рис. 2б). Варианты опыта: 1 – контроль (исходный фон участка); 2 - удобрение - мелиорант в дозе 10 м³/га; 3–20; 4 – 30; 5 – 40 и 6 – 50 м³/га. Схема размещения вариантов рендомизированная. Размер делянок 10 x 9 м.

Перед началом экспериментов и по их окончании в почвенных образцах определяли содержание основных питательных элементов, рН солевой вытяжки, а также плотность и пористость. Полевые деляночные опыты были заложены в соответствии с методикой Б. А. Доспехова [1]. Для статистической и математической обработки данных использовали компьютерную программу Microsoft Office Excel. В связи с тем, что в обоих экспериментальных участках размещались на производственной площади, посадку и последующую обработку посевов картофеля осуществляли механизировано в соответствии с рекомендациями по возделыванию культуры.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что удобрение-мелиорант оказывает прямое, косвенное и

увеличить его удобрительную способность (патент РФ № 2497338).

Во ВНИИГиМ, начиная с 2003 г. проводятся эксперименты с этим удобрением-мелиорантом при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Первые опыты с картофелем были начаты в опытно-производственном хозяйстве «Подвязые» Рязанского НИПТИ на серых лесных почвах, а в дальнейшем продолжены в Московской области на землях Яхромского аграрного колледжа. Частичный анализ полученных данных отражен в работах В.П. Максименко [7-9] и Ю.А. Мажайского [5, 6].

Методика. На серых лесных почвах в опытах с картофелем сорта Сантэ удобрение-мелиорант вносили в нарезаемую посадочную борозду. Варианты опыта: 1 – контроль (без мелиоранта); 2 – удобрение-мелиорант в дозе 3 м³/га; 3 – 6; 4 – 12 и 5 – 24 м³/га. Повторность опыта трехкратная. Параллельно был заложен производственный опыт на площади 4,5 га по вариантам с дозой внесения удобрения-мелиоранта: 12 и 24 м³/га под посадку картофеля сорта Невский и 12 м³/га – сорта Сантэ. В этом эксперименте удобрение-мелиорант вносили на всю площадь будущей посадки сплошным слоем с использованием РУМ-4 (рис. 2а).

длительное влияния на условия произрастания культуры. Прямое действие достигается за счет изменения пищевого режима почвы находящимися в удобрении основными элементами питания растения, главным образом подвижного азота (табл. 1). Содержание подвижного фосфора и калия в почве под влиянием ВКФУ меняется в меньшей степени. Косвенное воздействие удобрения-мелиоранта на условия произрастания культуры состоит в том, что пористый субстрат разрыхляет тяжелые почвы, а при влагоемкости до 3500% от массы способен обеспечивать на легких почвах повышение их водоудерживающей способности. Исследования показали, что с увеличением дозы удобрения-мелиоранта уменьшается объемная масса почвы и увеличивается пористость.

1. Влияние ВКФУ в год внесения на свойства серой лесной и окультуренной торфяно-болотной почвы в слое 0-20 см

Окучивание почвы на окультуренной торфяно-болотной почве в слое 0-20 см							
Доза ВКФУ, м ³ /га	Почва	pH _{сол}	NO ₃ ⁻ , мг/кг	P ₂ O ₅ ⁻ K ₂ O ⁺		Объемная масса почвы, г/см ³	Общая пористос- ть, %
				мг/100 г			
0	Серая	6,0	14,2	31,6	16,3	1,22	53,1
3	лесная	6,1	14,9	31,6	16,7	1,19	54,2

6	(по данным Попова, 2010)	6,1	15,3	31,3	17,2	1,15	55,8
12		6,1	15,8	35,9	16,8	1,11	57,3
24		6,1	18,6	37,4	17,9	1,06	59,2
0	Торфяно-болотная	4,8	25,3	22,1	37,0	1,17	57,5
10		4,9	25,7	22,2	31,0	1,16	57,8
20		5,1	26,2	22,2	35,0	1,15	58,0
30		5,1	26,6	22,3	32,0	1,14	58,2
40		5,2	27,0	22,3	32,0	1,12	58,8
50		5,3	27,5	22,4	37,0	1,10	59,3

Представленные в таблице 2 данные свидетельствуют о более высокой эффективности дозированного внесения удобрения-мелиоранта непосредственно в место посадки клубня. При этом в конкретных условиях серых лесных почв максимальная урожайность достигается при дозе внесения 12 м³/га, дальнейшее увеличение дозы не обеспечивает увеличение урожайности картофеля и обусловлено особенностями гидротермического режима в регионе.

2. Урожайность картофеля (т/га) в зависимости от дозы и способа внесения удобрения-мелиоранта и региона возделывания культуры

культуры							
Рязанская обл., серые лесные почвы, дозированное внесение субстрата (по данным Поповой, 2010)							
Доза внесения, м ³ /га							
Год	0	3	6	12	24	НСР ₀₅	Сорт
2006	45,7	47,6	50,8	55,5	49,7	± 4,64	Сантэ
2007	41,5	46,1	47,7	55,3	48,1	± 6,21	
2008	40,2	42,6	46,1	50,4	47,6	± 4,62	
Рязанская обл., серые лесные почвы, сплошное внесение субстрата на поверхность поля перед посадкой картофеля							
2006	34,5	-	-	41,7	42,4	-	Невский
2006	36,2	-	-	45,4	-	-	Сантэ
Московская обл., Дмитровский р-он, торфяно-болотная почва, сплошное внесение субстрата, сорт картофеля Артемис							
Доза внесения, м ³ /га							
Год	0	10	20	30	40	50	НСР ₀₅
2009	44,3	47,3	49,2	50,4	60,1	53,6	± 5,78

В то же время при сплошном поверхностном нанесении удобрения-мелиоранта, практикуемом при проведении мелиоративных работ на участках, при тех же дозах, что и при внесении в борозду, не обеспечивается планируемая урожайность культуры в тот же год. Учитывая пролонгированный характер действия удобрения-мелиоранта, можно предположить, что в последующие годы его действие проявится на других культурах севооборота. Этот эффект с достоверными данными был зафиксирован на четвертый год после внесения удобрения-мелиоранта при возделывании люпина узколистного на супесчаных подзолистых почвах [2].

Окупаемость удобрения-мелиоранта при дозированном внесении в борозду обеспечивается прибавкой урожая картофеля за один сезон. При максимальной дозе его внесения 12 м³/га затраты на применение мелиоранта (изготовление, внесение) составляют 36 тыс. руб/га. Так как удобрение-мелиорант изготавливалось в передвижной установке непосредственно на месте внесения, затраты на транспортировку и хранение не учитывали. Стоимость оптовой реализации объемов дополнительной продукции - 56500 руб/га (11,3 т/га · 5000 руб/т). Таким образом, доход составляет 20500 руб/га в первый же год возделывания культуры.

При сплошном поверхностном нанесении удобрения-мелиоранта на поверхность поля и его пролонгированном действии эффективность

производства обеспечивается за счет прироста урожайности возделываемых последующих сельскохозяйственных культур овощного севооборота. Срок окупаемости существенно зависит от реализационной цены на продукцию и не превышает двух-трех лет. В последующие годы, при отсутствии затрат на его внесение, прибавка урожайности культуры, формирующаяся за счет остаточных запасов элементов минерального питания растений и накопления биофильных веществ в корневых и пожнивных остатках в пористой среде удобрения-мелиоранта, обеспечивает прибыль.

Результаты анализов качества картофеля, выращенного с применением удобрения-мелиоранта, свидетельствуют о положительном его изменении, которое соответствует нормативным требованиям по содержанию тяжелых металлов в продукции. Экологический эффект достигается за счет блокирования удобрением-мелиорантом поступлений этих металлов в продукцию [14].

Выводы. 1. Наряду с традиционным применением органических удобрений и субстратов на их основе, вполне возможно более широкое использование искусственно создаваемых субстратов, обеспечивающих комплексное воздействие на почву и растение.

2. Применение многофункционального медленно действующего удобрения-мелиоранта способствует снижению плотности сложения почвы, улучшению водно-воздушного и пищевого режимов, созданию более благоприятных условий формирования урожайности картофеля. В условиях лесостепной зоны на серых лесных почвах, характеризующихся исходно высоким уровнем плодородия, применение удобрения-мелиоранта обеспечило увеличение урожайности картофеля на 21,6-33,4 %, а на окультуренных торфяно-болотных почвах – на 37,5 %.

3. Внесение комплексного субстрата непосредственно в посадочное место клубня существенно снижает его затраты на единицу продукции и соответственно себестоимость производства картофеля. В этом случае затраты на применение удобрения-мелиоранта пролонгированного действия окупаются за один вегетационный период.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
2. Жигулина, Е. В. Проявление процессов синергизма под влиянием многофункционального модифицированного мелиоранта Меном при возделывании люпина узколистного сорта Дикаф 14 / Е. В. Жигулина, В. П. Максименко, Р. И. Матюхин // Новые технологии и экологическая безопасность в мелиорации: сб. науч. докладов Международной (4-й Всероссийской) конференции молодых ученых и специалистов / Ассоциация организаций водохозяйственного комплекса; ФГНУ ВНИИ «Радуга». - Коломна, 2007. - С. 92-98.
3. Кистанов, Н. С. Рекомендации по улучшению земель Черноземельской ООС Калмыкии / Н. С. Кистанов, Е. И. Аношин, Т. Б. Дармама. - Элиста, 1980. - 23 с.
4. Кульман, А. Искусственные структурообразователи почвы / А. Кульман; Пер. с немецкого и предисловие Н. Г. Ракипова. - М.: Колос, 1982. - 158 с.
5. Мажайский, Ю. А. Влияние удобрения-

мелиоранта на урожайность и качество картофеля / Ю. А. Мажайский, В. П. Максименко, Ю. С. Попова // Влияние природных и антропогенных факторов на социозкосистемы: Межрегиональный сб. науч. трудов РязГМУ. Вып. IV/Под ред. А. А. Ляпкало. - Рязань, 2007. - С. 102 - 105. 6. *Мажайский, Ю. А.* Изменение плотности естественного сложения почвы под действием нового удобрения-мелиоранта пролонгированного действия при возделывании картофеля на серых лесных почвах Рязанской области / Ю. А. Мажайский, В. П. Максименко, Ю. С. Попова // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. трудов Мещерского ф-ла ГНУ ВНИИГиМ. Вып. 4 / Под ред. Ю. А. Мажайского. - Рязань, 2010. - С. 123 - 126. 7. *Максименко, В. П.* Обоснование применения высокомолекулярных "сорбентов-мелиорантов" для повышения продуктивности почв / В. П. Максименко, Ю. А. Мажайский, С. Ю. Деев, Т. М. Гусева // Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии: сб. науч. докладов международной научно-практической конференции 1-4 декабря 2003 г., ч. 1. - Коломна: Инлайт, 2003. - С. 150 - 153. 8. *Максименко, В. П.* Применение многофункционального модифицированного удобрения-мелиоранта при возделывании картофеля / В. П. Максименко, Ю. А. Мажайский, Ю. С. Попова // Плодородие.- 2008. - № 2. - С. 24 - 25. 9. *Максименко, В. П.* Химическая мелиорация почв с использованием композитного агрохимиката на углеродной структуре / В. П. Максименко, С. Ю. Деев, С. А. Меньшикова // Агрохимический вестник. - 2009. - № 4. - С. 30 - 31. 10. *Манылов, И. Е.* Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения / И. Е. Манылов, В. В. Абрамченко, Н. С. Самойлова, А. В. Говрилова. - М.: Росинформагротех, 2013. - 48 с. 11. *Орлов, Д. С.* Химические процессы в орошаемых и мелиорируемых почвах / Д. С. Орлов, И. Н. Лозаннская, С. А. Николаева. - М.: МГУ, 1990. - 96 с. 12. *Петербургский, А. В.* Агрохимия / А. В. Петербургский, Б. П. Плешков, П. М. Смирнов, Ф. К. Воробьев, Х. К. Асаров, И. В. Гулякин, Ф. А. Юдин/ Под ред. В. М. Ключковского и А. В. Петербургского. Изд. 2-ое. - М.: Колос, 1967. - 583 с. 13. *Петриков, А. В.* Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения. - М.: Росинформагротех, 2010. - 100 с. 14. *Попова, Ю. С.* Применение удобрения-мелиоранта комплексного действия при возделывании картофеля на серых лесных почвах Рязанской области. - Волгоград, 2010. - 131 с. 15. *Ягодин, Б. А.* Агрохимия / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербургский, Х. К. Асаров, В. А. Демин, Н. В. Решетникова/ Под ред. В. А. Ягодина. - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с. 16. *Baumann H.* Plastoponik. - Heidelberg: - H.-Huthig-Vel. - 1976. - 170 p. 17. *Becker R.* Polyurethane. - Leipzig: VEB Fachbucherlag. - 1973. - 274 p. 18. *Plueddemann, E. P.* Bodenbehandlung mit Silikonenzur Wassergewinnung. Agric. Res. Serv., West Reg., 1975, ARS-W-22, P. 76 - 83. 19. *Sharma, P. K.* Use of urea formaldehyde as a soil conditioner in improving hydrophysical properties of sand / P. K. Sharma // J. Indian.: Soc. SoilSc, 1990. - T. 38. - N 3. - P. 528 - 530.

INCREASE OF POTATO YIELD USING A POLYMER-BASED FERTILIZER-AMELIORANT

V.P. Maksimenko, T.L. Volchkova, S.A. Menshikova

*All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, ul. Bol'shaya Akademicheskaya, 44a,
Moscow, 127550 Russia, E-mail: maksymenko@mail.ru; men.s.a@mail.ru*

The use of the urea–formaldehyde soil binder as a fertilizer-ameliorant has been considered. Results of experiments on the growing of potato have confirmed the high efficiency of the fertilizer-ameliorant.

Keywords: soil fertility, potato yield, fertilizers, artificial soil binders, urea–formaldehyde agent.