

УДК 631.82.

ОПЫТ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Макаров О.А.*, Степанов А.А.**, Черкашина Н.Ф.*, Чистова О.А.*, Панина Н.Н.*

*Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова 141592, Московская область, Солнечногорский район, п/о Ударный, пос. Чашниково.

**Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова. 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12.

e-mail:oa_makarov@mail.ru

В результате двухлетних исследований в ряде случаев выявлено статистически достоверное позитивное воздействие гуминовых препаратов на урожайность и качество картофеля сортов Брянская новинка и Санте на дерново-подзолистой культурной почве Солнечногорского района Московской области. Недостаточная отзывчивость картофеля исследуемых сортов на применение гуматов на некоторых опытных делянках, вероятно, связана с незначительным количеством вариантов опыта, в которых бы варьировались и способы, и дозы внесения препаратов. Изучение механизмов воздействия гуминовых препаратов на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур является первостепенной задачей современной агрономической науки.

Ключевые слова: урожайность картофеля, гуматы, дерново-подзолистая культурная почва, достоверность различий

Введение. Интенсивное применение удобрений и пестицидов в последние полвека, с одной стороны, практически позволило решить продовольственную проблему за счет роста урожайности сельскохозяйственных культур, а, с другой, - привело к ухудшению

состояния окружающей среды. В настоящее время разрабатываются приемы и методы обработки почв, позволяющие оптимизировать дозы удобрений и пестицидов, не уменьшая при этом урожайности культур, а наоборот, повышая ее, в том числе, - за счет увеличения коэффициента полезного действия минеральных удобрений ([1] – [3]).

К числу таких приемов относится применение гуминовых веществ: уникальных природных соединений, за сотни и тысячи лет сформировавшихся в биосфере (в почвах, торфах, каменном угле, донных отложениях, компостах, природных водах). Это сложные природные соединения, необходимые естественные компоненты почв, способные положительно влиять на рост и развитие растений. Промышленные гуминовые препараты, производимые сегодня различными промышленно-коммерческими организациями из природного сырья, уже доказали свою эффективность и высокую положительную отзывчивость почв и растений на их применение ([4] – [6]). Гуминовые препараты, или гуматы, не являются удобрениями в буквальном смысле, поскольку содержание элементов питания в них невелико. Скорее это природные биологически активные вещества, которые в оптимальных дозах стимулируют прорастание семян, улучшают дыхание и питание растений, уменьшают поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов и в конечном итоге увеличивают урожайность ([7] – [10]).

При рассмотрении физиологического и стимулирующего действия природных гуминовых кислот на высшие растения С.С. Драгунов [11] отмечает пять возможных и различных случаев их воздействия на растения: гормональное воздействие; улучшение проникновения минеральных питательных элементов через корни растений; проникновение тех же минеральных элементов в виде гумино-минеральных соединений; активное участие в окислительно-восстановительных процессах растительной клетки; предварительное ферментативное расщепление с образованием стимулирующих соединений. Начиная с 50-х годов прошлого столетия

опубликовано значительное количество отечественных и зарубежных работ по теоретическим основам механизма физиологического действия гуматов в системе почва-растения ([12] – [15]). Однако до сих пор нет единого исчерпывающего ответа по этому вопросу.

Целью проведенных исследований явилась оценка влияния гуматов промышленного происхождения – гумата калия «Экстра» (произведен на основе бурого угля) и гумата калия «ЭкоОрганика» (произведен на основе торфа) на урожайность картофеля двух сортов – Брянская новинка и Санте (при сохранении минеральной подкормки).

Объекты и методы исследования. Полевые опыты проводились в Солнечногорском районе Московской области, на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра (УО ПЭЦ) МГУ имени М.В. Ломоносова. УО ПЭЦ расположен вдоль Ленинградского шоссе в 43 км от Москвы в верховьях реки Клязьмы. Поле, на котором проводилось заложение опытных и контрольных делянок, имеет площадь 0,75 га; его поверхность ровная, без западин и «блюдеч», со слабым склоном на юго-запад. Начиная с 1950 года, здесь осуществляется четырехпольный севооборот с ротацией культур во времени (вика+ овес - яровая пшеница – картофель – ячмень). В течение всего указанного времени все агротехнические мероприятия на севооборотном участке осуществлялись одинаково, схема внесения минеральных удобрений - $N_{90}P_{120}K_{120}$.

Почва опытного поля дерново-подзолистая культурная среднесуглинистая на покровных суглинках, подстилаемых красно-бурой суглинистой мореной [16] – табл. 1.

В течение 2012 – 2013 годов проводилось изучение эффективности воздействия гуминовых препаратов «Экстра» и «ЭкоОрганика» на урожайность и некоторые показатели качества картофеля отечественного (Брянская новинка) и зарубежного (Санте) сортов.

Гумат калия «Экстра» производится на основе бурого угля (ООО НВЦ «Агротехнологии», г. Новосибирск) в виде порошка черного цвета, легко

растворимого в воде. Жидкий гумат калия «ЭкоОрганика» выделяется из торфа (ООО «Эко-органика», г. Гусь-Хрустальный Владимирской области).

Гумат калия «Экстра» ("Удобрение органо-минеральное "Гумат натрия (калия)") предназначен для стартового питания растений и снижения стрессового воздействия гербицидов и повышенных концентраций солей на растения, рН 0,01% раствора составляет 8,9 – 9,3. Гумат калия "ЭкоОрганика" включен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (Минсельхоз России, 2013): номер государственной регистрации 0802-007-210-247-0-0-0-1 (дата окончания срока регистрации 28.05.2017 г.), раздел «Удобрения на основе гуминовых кислот» [17]. Данное удобрение предназначено для предпосевной обработки семян, корневой и внекорневой обработки зерновых, овощных, кормовых, плодово-ягодных, цветочно-декоративных культур, рН 4-5% раствора – 7,5 - 10,0.

На опытном поле были разбиты делянки площадью 5 м x 0,7 м = 3,5 м² в 2012 г. и 4 м x 0,7 м = 2,8 м² в 2013 г. В 2012 г. для каждого сорта картофеля и вида гуминового препарата количество опытных делянок (повторность опыта) составляло 5, количество контрольных делянок - 3, в 2013 г. количество опытных и контрольных делянок было равным и составляло 3. Картофель высаживали в борозды, расстояние между кустами составляло 33 см. Использовался общепринятый уход за посадками картофеля для данной зоны возделывания: два довсходовых, два послевсходовых боронования и одно окучивание перед смыканием ботвы.

Гуматы применялись в дозах, рекомендованных производителями для соответствующих операций (обработка клубней, обработка по вегетации). Так, концентрация исходного раствора гуматов составляла 50 г/л, «рабочего раствора» - 1 г/л (получали разведением 0,2 л исходного раствора гуматов водой до объема в 10 л). Клубни картофеля погружались в «рабочий раствор» гуматов на 12-15 часов, затем (без высушивания) высаживались в почву. Затем бензиновым опрыскивателем Stihl SR 450

(Германия) проводилось 2-кратное опрыскивание картофеля «рабочим раствором» гуматов (концентрация 1 г/л): 1-е - в фазу появления 5-7 листьев, 2-е - в фазу бутонизации. Доза опрыскивания – 300 л/га, обрабатывались как лицевая, так и обратная стороны листьев, после обработки происходило незначительное стекание капель гуматов с листьев картофеля.

Кроме того, проводились фенологические наблюдения за наступлением фаз развития и роста растений картофеля. Отмечалось наступление следующих фаз развития растений: всходы, бутонизация, цветение и отмирание ботвы. Началом наступления соответствующей фазы считалось наступление её у 10% растений, а полная фаза – наступление у 75% растений. Количество учетных кустов на каждой делянке составляло 30 шт. Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили с каждой делянки, определяя массу каждой фракции (клубни массой менее 30 г, массой 30-80 г, массой более 80 г). Полученные результаты пересчитали на общую урожайность картофеля (ц/га). Полевые деляночные испытания препаратов гуминовых веществ осуществляли в соответствии с существующими методиками [18], [19].

В убранным картофеле по общепринятым методикам определялось содержание крахмала (весовым методом) и содержание сухих веществ [20].

Статистическая обработка результатов исследований проводилась в программах MS Excel 2010, Statistica (версия 6.0). При этом достоверность различий между опытом и контролем по показателям урожайности картофеля и содержания сухого вещества и крахмала в клубнях оценивалась при помощи t-критерия (распределение Стьюдента) – [21].

Результаты и обсуждение. Результаты измерения урожайности, содержания сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля представленные в табл. 2 – 5, свидетельствуют о достаточно высокой вариабельности изучаемых показателей (особенно, урожайности). В тоже время уровень полученных значений достаточно типичен для земледельческого района (южно-таёжная подзона, северная часть

Московской области). При этом урожайность картофеля сорта Санте несколько выше урожайности сорта Брянская новинка.

Оценка эффективности применения гуминовых препаратов показывает статистически достоверное улучшение урожайности картофеля (сопоставление опытных и контрольных делянок) - увеличение урожайности сорта Брянская новинка в 2012 году при применении препаратов «Экстра» и «ЭкоОрганика», увеличение урожайности сорта Санте в 2012 году при применении препарата «Экстра» (табл. 6).

Этот факт, в целом, согласуется с ранее проведенными исследованиями по сравнительному действию нетрадиционных органических удобрений («БИОУД-1», «Гумистим») на фоне минеральных удобрений на урожайность и качественные показатели картофеля УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова ([22], [23]). Изучение отзывчивости картофеля сортов Санте, Удача, Брянский деликатес, Дарковичский на применение указанных жидких органических удобрений позволило установить сокращение фенологических фаз развития картофеля в среднем на 2-5 дней, увеличение семенной фракции картофеля и мощности корневой системы растений. Наиболее восприимчивыми к применению органических удобрений оказались сорта картофеля Санте и Брянский деликатес, урожайность которых повысилась на 30-50%. Внесение исследуемых органических удобрений оказало положительное влияние на увеличение содержания крахмала сорта Брянский деликатес и Дарковичский: их крахмалистость увеличилась на 0,16-1,1%.

В тоже время, необходимо отметить, что однозначное положительное воздействие гуминовых препаратов «Экстра» и «ЭкоОрганика» на урожайность и показатели качества наблюдалось далеко не во всех случаях. Увеличение урожайности и содержания крахмала и сухого вещества в клубнях нередко было статистически недостоверным, а иногда, как в случае с показателями качества картофеля сорта Брянская новинка в 2013 году, происходило существенное ухудшение этих показателей (табл. 6). Данный факт объясняется значительным количеством сопутствующих реальному

полевому опыту факторов (в первую очередь, - климатических). Кроме того, в проведенных исследованиях гуматы применялись в дозах, рекомендованных производителями для соответствующих операций, а не испытывались различные количества препаратов для конкретных испытываемых сортов. Способы применения гуматов также не варьировались (использовался только один вариант - предварительное замачивание клубней и 2-х кратная обработка по вегетации).

Наконец, в проведенных исследованиях, к сожалению, фактически использовалось методология «тестирования чёрного ящика», при котором не используется знание о внутреннем устройстве тестируемого объекта, так как механизмы воздействия гуминовых препаратов на картофель не изучались.

Заключение. Анализ полученных результатов позволяет заключить, что в ряде случаев действие гумата калия «Экстра» (произведен на основе бурого угля) и гумата калия «ЭкоОрганика» (произведен на основе торфа) оказывает положительный эффект на урожайность картофеля сортов Брянская новинка и Санте. При этом, существенный положительный эффект в большем количестве случаев дает гумат калия «Экстра», чем гумат калия «ЭкоОрганика».

В целом, необходимо отметить, что изучение механизмов воздействия нетрадиционных органических удобрений (в частности, - гуматов) на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур является важнейшей научно-практической задачей современной агрономии.

Список литературы

1. Родэ В.В., Аляутдинова Р.Х., Екатерина Л.Н., Рыжков О.Г., Мотовилова Л.В. Стимуляторы роста растений из бурых углей//Гуминовые вещества в биосфере. М., Наука, 1993. С. 162-166.
2. Piccolo A.; Celano G.; Pietramellara G. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings

- (*Lactuca sativa* and *Lycopersicum esculentum*)// *Biol.Fertil.Soils*. 1993. Vol.16. N 1. P. 11-15.
3. Van de Venter, H.A., Furter, M., Dekker, J., and Cronje, I.J. Stimulation of seedling root growth by coal-derived sodium humate//*Plant and Soil*. 1991. V.138. P.17-21.
 4. Азанова-Вафина Ф.Г. Экологические аспекты получения и применения комплексных удобрений гумусовой природы на основе местных ресурсов// *Эколого-экономические и агротехнические аспекты земледелия*. Пенза, 1999. С. 73-76.
 5. Безуглова О.С.; Шевченко И.Д. Влияние углегуминовых удобрений на гумусное состояние чернозема обыкновенного карбонатного// Тезисы докладов II съезда Докучаевского общества почвоведов. СПб., 1996; Кн.1. С. 147-148.
 6. Berkowitz N., Chakrabartty K., Cook F.D. and Fujikawa J.I. On the agrobiological activity of oxidatively ammoniated coal// *Soil Science*. 1970. v. 110. P. 211-217.
 7. Козюкина Ж.Т., Клишаре А.А. Действие препаратов эпифитной микрофлоры и растворов гумата натрия на углеводный обмен растений, произрастающих на почвах коксохимического завода//*Интродукция и экспериментальная экология растений*. 1985. С. 40-44.
 8. Noble A.D., Randall P.J. and James T.R. Evaluation of two coal-derived organic products in ameliorating surface and subsurface soil acidity// *Europ. J. Soil Sci*. V. 46. 1995. P. 65-75.
 9. Sladky Z. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants//*Biol. Plant*. 1959. V. 1. P. 142-150.
 10. Vaughan D., McDonald J.R. Effects of humic acid on protein synthesis and ion uptake in beet discs//*J. Exp. Bot*. 1971. V. 22. P. 400-410.

11. Драгунов С.С. Химическая характеристика гуминовых кислот и их физиологическая активность. //Гуминовые удобрения, теория и практика их применения. Киев: Урожай. 1980. т. VII. С. 5-21.
12. Lee Y.S., Bartlett R. J. Stimulation of plant growth by humic substances// Soil Sci. Soc. Am. J. 1976. V. 40. P. 876-879.
13. Patti A.F., Verheyen T.V., Douglas L. and Wang X. Nitrohumic acids from Victorian brown coal// The Science of the Total Environment. 1992. V. 113. P. 49-65.
14. Perminova I.V., Kovalevsky D.V., Yashchenko N.Yu. et al. Humic substances as natural detoxicants //Humic substances and organic matter in soil and water environments: characterization, transformation and interactions / Eds.: C. E. Clapp, M. H. B. Hayes, N. Senesi, S. M. Griffith.- St. Paul, MN, USA. 1996. P. 399-406.
15. Poapst P.A., Schnitzer M. Fulvic acid and adventitious root formation// Soil Biol. Biochem. 1971. V. 3. P. 215-219.
16. Классификация и диагностика почв СССР. 1977. М.: Колос, 1977. 222 с.
17. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 2013.
18. Методика исследований по культуре картофеля / ред. кол. Н.С. Бацанов и др. НИИ картофельного хозяйства. М., 1967. 256 с.
19. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: Госагропром НЗ РСФСР, 1989. 149 с.
20. Майсурян Н.А. Практикум по растениеводству. Изд-е 6-е. М.: Колос, 1970. 440 с.
21. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. Учебник / Науч. ред. Ю. Н. Благовещенский. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 328 с.

22. Балабко П.Н., Головков А.М., Черкашина Н.Ф., Хуснетдинова Т.И., Карпова Д.В., Батурина Л.К. Значение гумата и "БИОУД-1" в технологии выращивания картофеля на дерново-подзолистой почве// Проблемы агрохимии и экологии. 2010. №2. С. 44-49.
23. Балабко П.Н., Хуснетдинова Т.И., Головков А.М., Черкашина Н.Ф. Влияние нетрадиционных органических удобрений на урожай картофеля// Защита картофеля. 2014. № 1. С. 35-36.

Табл. 1. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почв опытного поля УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова (перед проведением опыта, в 2012 г.)

pH_{KCl}	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Гумус, %	K_2O , мг/100 г почвы	P_2O_5 , мг/100 г почвы	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г почвы
5,8	2,10	6,0	49,0	43,4	25,21

Табл. 2. Статистические характеристики урожайности и показателей качества картофеля сорта Брянская новинка, обработанного гуминовыми препаратами «Экстра» и «ЭкоОрганика» в 2012 г.

Характеристика	Контроль			Гуминовый препарат «Экстра»			Гуминовый препарат «ЭкоОрганика»		
	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %
Объем выборки (количество делянок)	3	3	3	5	5	5	5	5	5
Минимальное значение	217,4	11,69	17,44	240,8	11,69	17,44	280,0	12,44	18,19
Максимальное значение	262,8	12,93	18,68	366,5	12,18	17,93	348,4	12,93	18,68
Среднее арифметическое значение	239,2	12,43	18,18	313,9	11,94	17,69	304,7	12,68	18,43
Медиана	237,4	12,67	18,42	325,5	11,94	17,7	294,9	12,76	18,42
Дисперсия	517,7	0,43	0,43	2320,45	0,03	0,03	683,60	0,06	0,06
Стандартное отклонение	22,75	0,65	0,65	48,17	0,17	0,17	26,15	0,25	0,25

Табл. 3. Статистические характеристики урожайности и показателей качества картофеля сорта Санте, обработанного гуминовыми препаратами «Экстра» и «ЭкоОрганика» в 2012 г.

Характеристика	Контроль			Гуминовый препарат «Экстра»			Гуминовый препарат «ЭкоОрганика»		
	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %
Объем выборки (количество делянок)	3	3	3	5	5	5	5	5	5
Минимальное значение	233,7	11,94	17,70	293,4	13,16	18,91	273,7	11,69	17,44
Максимальное значение	287,4	13,16	18,91	429,8	13,42	19,17	330,8	13,91	19,66
Среднее арифметическое значение	269,5	12,75	18,51	349,7	13,21	18,96	306,0	12,58	18,33
Медиана	287,4	13,16	18,91	353,5	13,16	18,91	300,6	12,44	18,19
Дисперсия	961,23	0,50	0,50	3227,65	0,01	0,01	520,18	0,69	0,69
Стандартное отклонение	31,00	0,70	0,70	56,81	0,12	0,12	22,81	0,83	0,83

Табл. 4. Статистические характеристики урожайности и показателей качества картофеля сорта Брянская новинка, обработанного гуминовыми препаратами «Экстра» и «ЭкоОрганика» в 2013 г.

Характеристика	Контроль			Гуминовый препарат «Экстра»			Гуминовый препарат «ЭкоОрганика»		
	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %
Объем выборки (количество делянок)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Минимальное значение	213,3	14,17	19,92	233,7	13,42	19,17	183,9	13,42	19,17
Максимальное значение	287,9	14,92	20,67	306,3	13,91	19,66	325,2	14,92	20,67
Среднее арифметическое значение	248,0	14,58	20,33	258,5	13,66	19,41	253,3	14,17	19,92
Медиана	242,8	14,66	20,41	235,4	13,65	19,4	25,09	14,17	19,92
Дисперсия	1411,57	0,15	0,15	1716,74	0,06	0,06	4995,86	0,56	0,56
Стандартное отклонение	37,57	0,38	0,38	41,43	0,25	0,25	70,68	0,75	0,75

Табл. 5. Статистические характеристики урожайности и показателей качества картофеля сорта «Санте», обработанного гуминовыми препаратами «Экстра» и «ЭкоОрганика» в 2013 г.

Характеристика	Контроль			Гуминовый препарат «Экстра»			Гуминовый препарат «ЭкоОрганика»		
	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %	Урожайность, ц/га	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества, %
Объем выборки (число делянок)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Минимальное значение	228,8	11,45	17,20	200,0	13,16	18,92	191,7	12,93	18,68
Максимальное значение	358,6	13,42	19,17	238,1	13,42	19,17	251,7	15,43	21,18
Среднее арифметическое значение	272,9	12,44	18,19	215,8	13,25	19,00	215,6	14,18	19,93
Медиана	231,4	12,44	18,19	209,4	13,16	18,96	203,3	14,17	19,92
Дисперсия	5505,77	0,97	0,97	393,94	0,02	0,02	1012,85	1,56	1,56
Стандартное отклонение	74,20	0,99	0,99	19,85	0,15	0,13	31,83	1,25	1,25

Табл. 6. Значимость различий показателей урожайности и качества картофеля опытных и контрольных делянок (по результатам расчета t-критерия, уровень значимости 0,05)

Показатель	Гуминовые препараты	
	«Экстра»	«ЭкоОрганика»
«Брянская новинка», 2012		
Урожайность	+	+
Содержание крахмала в клубнях		
Содержание сухого вещества в клубнях		
«Санте», 2012		
Урожайность	+	
Содержание крахмала в клубнях		
Содержание сухого вещества в клубнях		
«Брянская новинка», 2013		
Урожайность		
Содержание крахмала в клубнях	-	
Содержание сухого вещества в клубнях	-	
«Санте», 2013		
Урожайность		
Содержание крахмала в клубнях		
Содержание сухого вещества в клубнях		

Примечание:

■ различие статистически достоверно (значение t-критерия выше табличной величины критических значений статистики Стьюдента);

□ различие статистически не достоверно (значение t-критерия ниже табличной величины критических значений статистики Стьюдента);

+ значение показателя на опытных делянках выше, чем на контрольных;

- значение показателя на опытных делянках ниже, чем на контрольных