

## ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 661.152.4

### ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ГУМАТНЫХ УДОБРЕНИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

### TECHNOLOGIES OF PRODUCTION OF COMPLEX GRANULAR FERTILIZERS AND EFFICIENCY OF THEIR APPLICATION

Вотолин Константин Сергеевич<sup>1</sup>,  
инженер лаб. химии бурых углей, аспирант, e-mail: [kostvot@mail.ru](mailto:kostvot@mail.ru)

Votolin Konstantin Sergeevich<sup>1</sup>, engineer, postgraduate  
Жеребцов Сергей Игоревич<sup>1</sup>,

зав. лабораторией, канд. хим. наук, e-mail: [sizh@yandex.ru](mailto:sizh@yandex.ru).  
Zherebtsov Sergey Igorevich<sup>1</sup>, head of laboratory, PhD,

Исмагилов Зинфер Ришатович<sup>1,2</sup>,

директор, член-корр.РАН, профессор, зав. каф., e-mail: [IsmagilovZR@iccms.sbras.ru](mailto:IsmagilovZR@iccms.sbras.ru).

Ismagilov Zinfer Rishatovich<sup>1,2</sup>,

director, corresponding member of RAS, Professor, e-mail: [IsmagilovZR@iccms.sbras.ru](mailto:IsmagilovZR@iccms.sbras.ru)  
Head of the Department.

<sup>1</sup> Институт углехимии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН, 650000, Россия, г. Кемерово, Советский пр. 18.

<sup>1</sup>Institute of coal chemistry and chemical materials science FRC CCC SB RAS, 650000, Russia, Kemerovo, Soviet PR. 18.

<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

<sup>2</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Institute of chemical and petroleum technology, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

**Аннотация:** Статья посвящена обзору существующих технологий получения комплексных гранулированных гуматных удобрений. Описаны наиболее часто применяемые и перспективные технологии. Особое внимание уделено технологиям получения гранул пролонгированного действия, как наиболее перспективному направлению в этой отрасли. Большинство описанных технологий подкреплено наглядными схемами. Кратко описаны примеры практического применения гуминовых кислот в качестве стимуляторов роста и сделаны выводы по их эффективности. Определены направления развития технологий получения гранулированных гуматных удобрений.

**Abstract:** The article is devoted to the review of the technologies of receiving the complex granulated humic fertilizers. The most widespread and perspective technologies are described. The special attention is paid to technologies of receiving granules of the prolonged action as the most perspective direction in this branch. Most of these technologies are supported by visual diagrams. Examples of practical application humic acid as growth stimulators are briefly described and draw conclusions on their effectiveness. The direction of further development of technology of receiving the granulated humic fertilizers has been defined.

**Ключевые слова:** Бурый уголь, гуминовые кислоты, технологии гранулирования, минеральные удобрения, гранулы пролонгированного действия

**Key words:** Brown coal, humic acids, technologies of pelletizing, mineral fertilizers, granules of prolonged action.

#### Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к гуминовым веществам (ГВ), расширяется их сырьевая база, методы анализа, способы применения, технологии извлечения, что подтверждается большим ростом числа публикаций, статей, патентов. Это повышение

интереса объясняется большим разнообразием всевозможных отраслей промышленности, в которых в основном гуминовые кислоты (ГК) нашли широкое применение.

Известно, что ГВ благодаря особенностям своего строения и физико-химическим свойствам характеризуются высокой биологической актив-

ностью и применяются в качестве стимуляторов роста растений как одна из составляющих частей органо-минеральных удобрений.

В этой обзорной статье предоставлены результаты литературного поиска базовых и перспективных технологий гранулирования гуматных удобрений (ГУ), а также кратко рассмотрен вопрос эффективности их применения.

### **Применение гуматных удобрений в сельском хозяйстве**

ГВ наиболее активно используются в сельском хозяйстве в качестве регулятора и стимулятора роста растений.

Был проведен литературный обзор на предмет использования ГВ в качестве стимуляторов роста растений.

Например, хорошую прибавку урожая гороха дало применение гуминовых препаратов (ГП) HumK и HumNa. Результаты показали [1], что количество бобов с 1 растения превосходит контроль на 102 и 84% соответственно, масса бобов с 1 растения увеличилась на 49 и 57% соответственно. Максимальные показатели сухой массы растений выше контрольных значений на 143%.

При выращивании картофеля ГВ хорошо действуют совместно с минеральными удобрениями. В частности, в исследовании [2] полевые эксперименты показали увеличение урожая картофеля и его сопротивляемости к глободерозу при применении ГВ совместно с минеральным удобрением (N до 60 %, P до 90 %, K до 90 %).

Эффективность ГВ во многом зависит от способа их применения, концентрации раствора и нормы внесения. Исследования [3] показали, что наибольшая урожайность картофеля (34,5 т/га) отмечена в варианте с двукратной междуурядной обработкой почвы и опрыскиванием 0,6 %-ного раствора Лигногумата. Большую прибавку урожая картофеля удалось достичь внесением ГВ в почву [4]. Исследования показали, что ГУ способствуют увеличению содержания подвижных форм азота в черноземе южном, и как следствие, повышению урожайности. Наиболее значимый результат показал биогумус, который увеличил урожайность на 115 ц/га.

В ходе полевого опыта [5] гуминового препарата «Гумостим» было обнаружено увеличение коэффициента продуктивной кустистости пшеницы (с 1,27 в контроле до 1,30), высоты растений (с 76,71 до 79,32 см), массы снопа (с 710,9 до 767,3 г). Предпосевная обработка семян гуминовым препаратом повысила массу 1000 зерен (с 36,65 до 37,40 г) и натурную массу (с 745,3 до 750,3 г), что позволило увеличить урожайность яровой пшеницы на 2,19 ц/га.

Существует множество примеров эффективного применения ГВ для увеличения урожайности травянистых растений. Авторами работы [6]

изучено биологическое действие ГК торфов различного генезиса Ханты-Мансийского АО. Исследования проведены на семенах клевера (*Trifolium pratense*) и люцерны (*Medicago sativa*). Результат биологического теста показал, что доля влияния ГК на посевные качества семян составила 24%. Наиболее явный эффект ГК дают при использовании их в неблагоприятных условиях произрастания, например, в засушливом климате Ирана. Произведя распыление на листья рапса 0,5%, 1%, 1,5% и 2%-го раствора ГК, удалось достичь прирост высоты растений в среднем на 44% по сравнению с контролем. Наибольшую эффективность показал 2%-ный раствор ГК. Совместное применение ГК с азотными удобрениями дают хорошие результаты. При норме внесения ГК 4,5 кг/га и действующего вещества азота 160кг/га наблюдается увеличение биомассы кукурузы на 21-25%[7].

Авторы работы [8] провели исследование влияния ГК из бурого угля на урожай лука. ГК применяли совместно с инокуляцией эндомикоризных грибов и повышенным содержанием CO<sub>2</sub> в окружающей атмосфере. Результаты показали, что применение ГУ в сочетании с грибами и CO<sub>2</sub> приводит к увеличению корневой массы лука на 42-102%.

Многочисленные полевые испытания показали целесообразность применения ГУ на овощных культурах. В работе [9] приводятся результаты исследований оценки влияния образцов ГУ на широкий перечень овощных культур, возделываемых в условиях Алтайского Приобья в открытом грунте. Результаты показали, что обработка семян препаратом Гумовит способствует прибавке урожая: для огурца – на 0,9 т (17,0%), а капусты – на 5,5 т/га (12,8%). Обработка семян Гумовитом привела к повышению содержания сухих веществ, сахаров и витамина С на величину 9–20%. Представлены [10] результаты полевых испытаний, в которых доказано, что обработка маточных семян сахарной свеклы ГП приносит прибавку урожайности максимум на 7,7 т/га. Обнаружено, что ГП оказывает положительное влияние на свеклу в следующем поколении. Урожайность второго поколения составила 1,88 т/га, что на 0,63 т/га (50 %) больше, чем в контроле. Всхожесть этих семян была выше по сравнению с контролем на 7 %. В ходе полевого опыта [11], проведенного на почве вблизи реки Нил, было изучено влияние гуминового и минерального удобрения на урожай брокколи (*Broccoli oleracea L.*). Результаты опыта показали, что произошло увеличение товарного урожая на 15% и эффективность использования питательных веществ.

В ходе полевого испытания ГК показали высокую активность в качестве стимулятора роста растений на техногенно нарушенных почвах. Было установлено, что наибольший стимулирующий эффект в структуре фитомассы оказало внесение

0,005% гумата натрия, полученного из рядового угля, на массу семян, превышающую контроль на 131 % [12].

В работе предложен способ фиторекультивации нефтезасоленного грунта, включающий в себя посев растений из рода тимофеевка, люцерна, костер, с одновременным внесением ГП. Данный метод является наиболее эффективным и рекомендуется к широкому внедрению в промысловых условиях [13].

### Технологии гранулирования гуматосодержащих удобрений

Наиболее массовое применение ГК нашли в качестве стимуляторов роста растений. Рационально использовать ГК в виде гранул т.к. на практике внесение гранул менее затратно чем внесение жидких удобрений или порошков, а самое главное – удобрения в виде гранул имеют гораздо более продолжительный период воздействия на растения, что крайне важно для веществ с низкой нормой внесения в почву, но с постоянной потребностью их у растений.

Гранулирование представляет собой совокупность физико-химических процессов, обеспечивающих формирование частиц нужной формы, размеров, структуры и физических свойств. Данный процесс отвечает за влажность, размер и прочность готового продукта.

В общем случае гранулирование включает в

продукта.

Во время протекания процесса гранулирования проявляются почти все виды физико-механических и физико-химических связей между частицами. Наиболее полное описание имеющихся связей при гранулировании предоставлено в [15].

Авторами [16] была построена классификационная наглядная схема на основе данных, взятых из [15] (рис.1).

Наиболее важным показателем качества гранул является их прочность. Прочность гранул зависит от влажности, размеров, плотности упаковки кристаллов, от природы контактов срастания [17]. Методы оценки прочности основаны на механических испытаниях как отдельных гранул, так и значительной их массы.

Прочность гранул определяется тремя показателями: прочность на истирание, динамическая прочность и статическая прочность. Методика проведения испытания на прочность гранул приведена в ГОСТ 21560.3-76 и ГОСТ 21560.2-76.

Чаще всего гранулирование проводят следующими методами [18]: окатывания, прессования, таблетирования, дисперсных потоков, распылительной сушки. Наиболее часто используют метод окатывания и прессования.

Так в работе [19] описана технология производства балластного гранулированного биостимулятора роста растений на основе сажистого угля (рис.2). Основным аппаратом в схеме является



Рис. 1. Классификационная схема связей при гранулировании  
Fig. 1. The classification scheme of communications during pelleting

себя следующие технологические стадии [14]: подготовка исходного сырья, гранулирование, стабилизация структуры, выделение товарного

шнековый смеситель-экструдер, состоящий из двух частей. В верхнюю часть подается измельченный уголь класса 0-2,5мм и 20%-ый водный

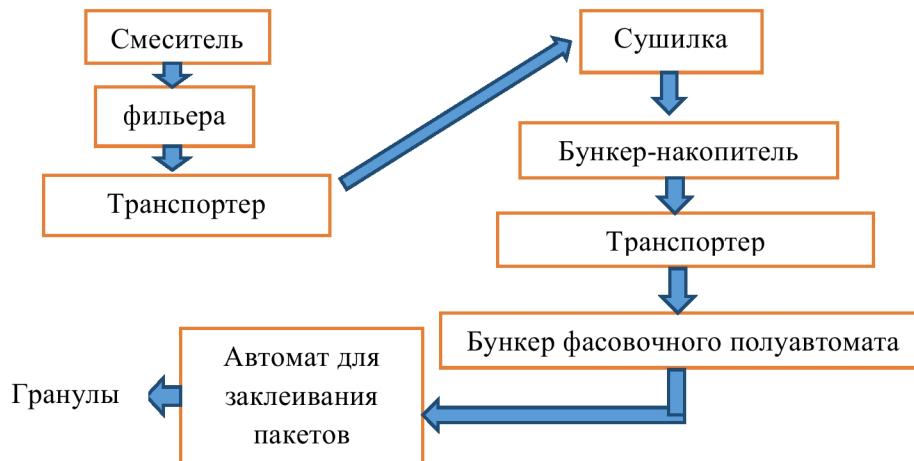


Рис. 2. Схема производства гранулированного гумата натрия  
Fig. 2. Scheme of production of granulated sodium humate



Рис. 3. Схема технологии гранулирования методом плакирования  
Fig. 3. Technology granulation method cladding

раствор NaOH в соотношении 2:3 при температуре 20–25°C. В результате перемешивания и химического взаимодействия щелочи и гуминовых кислот образуется вязкое тесто с содержанием сухих веществ около 50 % масс. Тесто через специальное отверстие поступает в нижнюю часть, являющуюся экструдером со шнеком и формующей головкой – фильтерой. Под фильтерой установлен многолопастной нож для разделения гранул и калорифер, обдувающий их горячим воздухом.

Широко распространена технология гранулирования, описанная в патенте [20] на способ получения ГУ. Процесс производства включает такие технологические стадии, как дробление окисленного или бурого угля в порошок (0,25-1,0 мм), непрерывную загрузку его в барабан гранулятора на 16-26 оборотов в минуту, распыление водного раствора щелочи (10-30 %) в указанный гранулятор. Отношение угля и щелочного раствора 1: 0,5-1,5. Гранулы получаются методом окатывания.

В патенте [21] на способ получения гранулированного минерального удобрения большую роль

играет создание оболочки из ГК (плакирование) (рис. 3). Удобрение в виде гранул подают во вращающийся барабан, где на него напыляют гуматы в виде влажного порошка. В этом же барабане плакированные гранулы опрыскивают при интенсивном перемешивании 10%-ным раствором гумата калия и карбамидоформальдегидной смолы, обволакивая им первичную гуматовую оболочку вторым слоем. Затем происходит сушка гранул.

Часто используется технология, при которой в разогретый до жидкого состояния карбамид всыпают нагретый порошок ГК и минеральных удобрений. Гранулирование диспергированного расплава осуществляется при помощи встречного потока воздуха [21].

В настоящее время приобретают широкую популярность гранулы пролонгированного действия, которые способны в течение длительного времени медленно, но равномерно растворяться в почве. Применение таких гранул поможет одновременно понизить норму внесения как минеральных удобрений, так и ГК, но несмотря на это позволит по-

высить урожай.

Технология производства гранулированного ГУ пролонгированного действия описана в патенте [23]. Технология состоит из 2 этапов (рис. 4): 1) в гранулятор барабанного типа загружают ГК в виде порошка, на который опрыскивают 0,1-1 % водный раствор гуаровой смолы (пищевая добавка Е412) или гидроксипропил-гуаровой смолы. Скорость вращения барабана 20-60 об/мин. Соотношение массы ГК к водному раствору равно 100: (5-30). Далее полученные гранулы сушат до содержания влаги менее 5%. 2) Сухие гранулы помещают в 0,1%-10% водный раствор борсодержащего сшивающего агента (боракс или борная кислота). Замачивание длится 5-30 мин. Затем излишки жидкости отделяют. Полученные гранулы сушат до содержания влаги менее 5%. Запатентована похожая технология [24], но только вместо гуара применяется конжаковая камедь. Также часто упоминается возможность применения в качестве сшивающего агента Etibor-48 (бура пятиводная) или Etidot-67 (динатрий тетраборат тетрагидрат).

В запатентованной технологии [25] гранулы ГК опрыскивают водным раствором поливинилового спирта. Технология пленочного покрытия (рис. 5) включает в себя следующие режимы производства: нагрев 500л воды до 90°C, при добав-

лении 25кг поливинилового спирта, равномерно перемешивают, пока смесь не станет прозрачной, без примесей. Полученная смесь распыляется на гранулы ГК для образования пленки. На 60 кг гранул ГК расходуется около 1кг пленкообразующего раствора.

К технологиям получения гранул пролонгированного действия можно отнести патент [26]. Гранулы получаются смешиванием гумата натрия и силиката натрия (жидкое стекло, пищевая добавка Е550). Полученное удобрение рекомендуется использовать на рисовых полях с подкисленной почвой т.к. гумат и силикат позволяют снизить скорость вымывания из почвы питательных веществ, а силикат натрия имеет щелочную реакцию.

Запатентована технология получения комплексного удобрения пролонгированного действия с добавкой ГК [27]. Рецептура получаемых гранул выглядит так: 12-20 ГК, 5-13 частей дигидрофосфата калия, 15-35 частей карбамида, 5-13 частей хлорида калия, 3-9 частей карбоната калия, 0,5-2 частей борной кислоты, 5-15 частей гидроксиэтилцеллюлозы, 0,1-10 частей гамма-полиглутамата, 1-5 частей моносахарида и 30-40 частей деминерализованной воды. Получаемые гранулы имеют более продолжительный период разложения в почве и повышенную прочность.

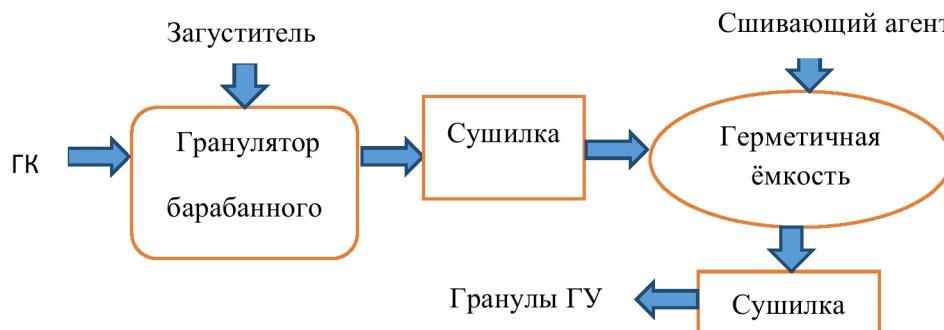


Рис. 4. Технологическая схема гранулирования удобрения

пролонгированного действия

Fig. 4. Technology for granulating fertilizers of prolonged action

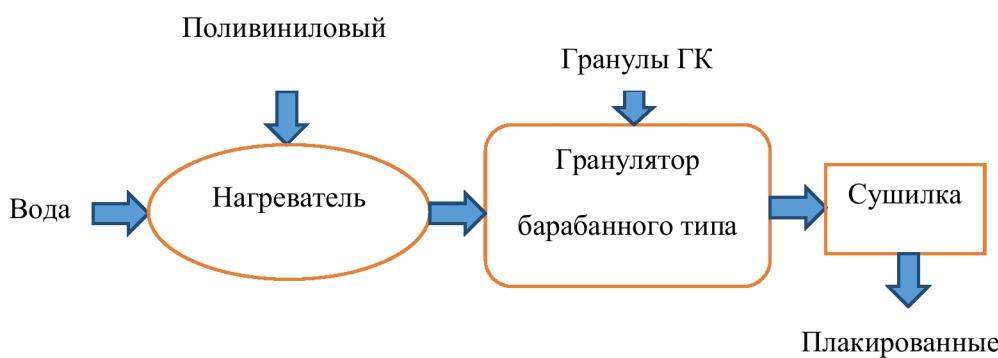


Рис. 5. Технология гранулирования удобрения пролонгированного действия напылением пленки

Fig. 5. Technology for granulating fertilizers of prolonged action coating film

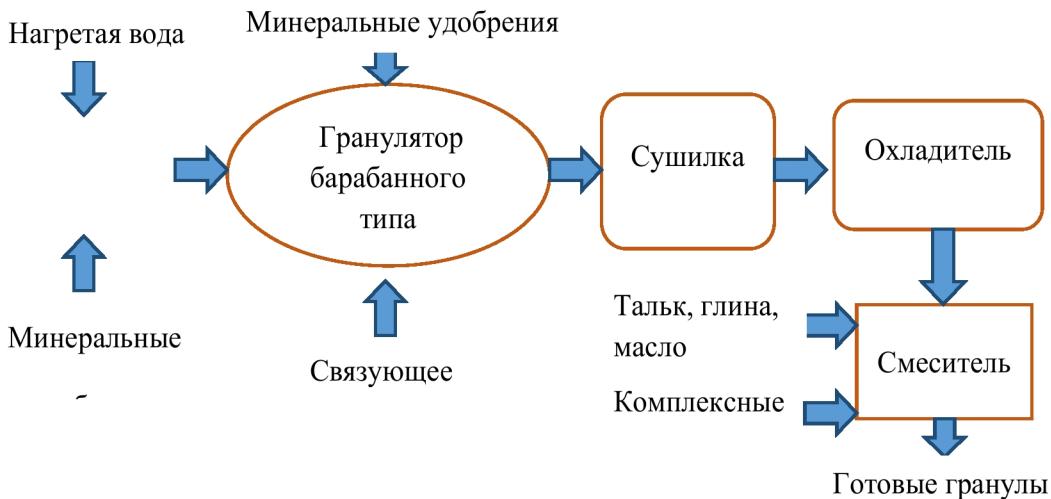


Рис. 6. Гранулирование удобрений с добавлением комплексных соединений

Fig. 6. Granulation of fertilizers with the addition of complex compounds

В последнее время ведутся работы над проблемой увеличения активности ГУ в качестве стимулятора роста растений. Ее решением стало применение комплексных соединений ГК с микроэлементами, которыми служат катионы калия, магния, молибдена, цинка, меди, железа и пр.

Автор [29] предложил технологию гранулирования ГУ с этими комплексами, но за основу взял технологию, описанную в [28]. Сложность внедрения комплексного соединения в гранулу заключается в их неустойчивости к колебаниям pH и повышенной температуре.

На рис.6 представлена схема основной технологии, которая применяется на нескольких крупных предприятиях. Схема включает в себя 4 стадии:

- 1) Предварительная подготовка сырья для грануляции. Карбамид, диаммонийфосфат, суперфосфат перемешиваются в смесителе с водой, разогретой до 100°C. В результате получается суспензия.

- 2) Стадия непосредственного гранулирования методом окатывания. В барабан гранулятора подается суперфосфат, хлорид калия, аммофос, сульфат калия в сухом виде и туда же добавляется суспензия из первой стадии

- 3) Сушка и охлаждение. Влажные гранулы сушатся воздухом, нагретым до 300-800 °C, затем высушенные гранулы охлаждаются потоком воздуха комнатной температуры.

- 4) Финальная обработка. Гранулы подаются в смеситель вместе с глиной, тальком или маслами, которые могут содержать гидрофобные соединения.

Улучшение этой технологии заключается в добавлении предварительно подготовленных комплексных соединений (соединение ГК и микроэлемента, например, цинка) на поверхность готовой гранулы в 4 стадии, при этом количество этого компонента в общем объеме не больше не-

скольких процентов. Дополнительно добавляются связующие вещества. Также автор статьи [29] не исключает возможность внесения ГК на первой стадии гранулирования, но существует вероятность того, что они под действием высоких температур и pH могут вступить в реакцию с другими компонентами и потерять свои стимулирующие свойства. Существует возможность получить комплексные соединения ГК с микроэлементами прямо во время процесса гранулирования.

Эффект комплексообразования с участием ГВ и минеральных компонентов во время гранулирования описан в патенте [30]. Образование комплексов происходит во время гранулирования в роторном пресс-грануляторе при температуре 100-125°C и давлении в зоне прессования 20-35 МПа. Рецептура гранул включает сухие исходные минеральные компоненты, выбранные из ряда: карбамид, аммофос, диаммонийфосфат, фосфоритная мука, аммиачная селитра, суперфосфат, двойной суперфосфат, сульфат аммония, сульфат калия, хлорид калия, поташ; минеральные компоненты, содержащие микроэлементы: Mg, B, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, Mo и ГВ.

### Выводы

Наиболее широкое применение ГВ, в частности ГК, нашли в сельском хозяйстве и в рекультивации нарушенных почв, многочисленные опыты доказали целесообразность их применения.

Данный обзор показал, что наблюдается тенденция к уходу от традиционных технологий гранулирования ГУ к технологиям, позволяющим производить гранулы с заданными, не только статическими параметрами (размер гранул, состав, прочность и т.д.), но и с динамическими, например, с примерным прогнозом динамики растворимости в зависимости от температуры, влажности или кислотности почвы. Предполагается, что такие ГУ на практике будут намного эффективнее, чем традиционные. Все чаще гуматы добавляются

в гранулы не в чистом виде, а в виде комплексов ГК и минеральных компонентов питания расте-

ний, что в свою очередь позволяет дополнительно увеличить их эффективность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка влияния гуминовых препаратов на рост и урожай гороха на черноземах Кузбасса / О. А. Неверова, Н. Н. Мосиячина, С. И. Жеребцов, З. Р. Исмагилов // Современные проблемы науки и образования. 2015. №6.
2. Применение гуминовых кислот окисленного бурого угля месторождения Улаан – Овоо при выращивании картофеля / Л.Н. Новикова [и др.] // Актуальные вопросы аграрной науки, 2011, № 1. С. 14-21.
3. Зубарев А.А. Влияние междурядных обработок и гуминового удобрения на продуктивность картофеля / А. А. Зубарев, И. Ф. Каргин, А. Н. Папков // Достижения науки и техники АПК. 2011. №02. С. 24-25.
4. Полиенко Е.А. Влияние гуминовых удобрений на урожайность картофеля / Е. А. Полиенко, О. С. Безуглова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. №9. С. 48-49.
5. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа / А. В. Кравец [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 4. С. 22-24.
6. Behzad Sani. Foliar Application of Humic Acid on Plant Height in Canola // APCBEE Procedia. 2014. №8. P. 82-86.
7. Physiological Indices, Biomass and Economic Yield of Maize Influenced by Humic Acid and Nitrogen Levels / Kamran Azeem., Shaheen Shah, Naveed Ahmad, Syed Tanveer Shah, Farmanullah Khan, Yaser Arafat, Farah Naz, Imran Azeem, and Muhammad Ilyas // Russian Agricultural Sciences. 2015. Vol. 41, No. 2–3. P. 115–119.
8. Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO<sub>2</sub> / Marcella M. Betttonia, Átila F. Mogora, Volnei Paulettia, Nieves Goicoechea. // Scientia Horticulturae. 2014. №180. P. 227-236.
9. Дудкин Д. В. Практика применения искусственно полученных гуминовых кислот на овощных культурах в условиях Алтайского Приобья / Д. В. Дудкин, Е. В. Кашнова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. №6. С. 28-31.
10. Царева Л. Е. Влияние гуминовых удобрений на урожайные свойства семян при воспроизводстве гибридов сахарной свеклы // Земледелие и химизация. 2011. №3. С. 11-15.
11. Metwally Selim. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil / Metwally Selim, Ahmed Ali Mosa. // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2012. №175. P. 273–281.
12. Макеева Н.А. Изучение влияния гуматов натрия на динамику роста овса в условиях породного отвала угольного разреза // Современные проблемы науки и образования. 2014. №4.
13. Подбор фитомелиорантов для рекультивации нефтезасоленных почв / Ю. А. Федорова [и др.] // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. №3. С. 60-68.
14. Классен П.В. Основные процессы технологии минеральных удобрений / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. - М.: Химия 1990.- 304 с.
15. Rumpf H., Agglomeration Herausgeber; W.A Knepper, New York, London, 961, p. 379.
16. Расчет оборудования для гранулирования минеральных удобрений/ М. Б. Генералов, П. В. Классен, А.Р. Степанова, И.П. Шомин. -М.: Машиностроение, 1984. -192 с.
17. Соколов И.Д. Переработка природных солей и рассолов / И. Д. Соколов, А. В. Муравьев, Ю. С. Сафыргин; под ред. И. Д. Соколова – М.: Химия, 1985. – 208 с.
18. Процессы гранулирования в промышленности / Н. Г. Вилесов [и др.]. - М.: «Техніка», 1976. — 192 с.
19. Переработка твердых природных энергоносителей: Учеб. пособие Ю.В. Гаврилов, Н.В. Королева, С.А. Синицын; Под ред. Н.Г. Дигурова; М-во образования Рос. Федерации. Рос. хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева
20. Pat. CN1171409 (A), CN, IPC C08H99/00. Process for producing humates / Cai Zeyu,- №. CN 97105226; publ. 28.01.1998
21. Пат. 2110503, Российская Федерация, МПК C05C9/02. Гуматизированное минеральное удобрение и способ его получения / В. Я. Семенов [и др.],- № 96115600; заявл. 24.07.1996; опубл. 10.05.1998.
22. Pat. CN102503640B, CN, IPC C05G1/00. Special functional melt granulated humic acid fertilizer and production method thereof / STANLEY FERTILIZER STOCK CO, - № CN 201110334215; publ. 14.05.14
23. Pat. CN103387445B, CN, IPC C05G3/00. Preparation method of degradable sustained-release granules

- of humic acid / UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH, -№ CN 201310260136; publ. 25.02.15
24. Pat. CN103387444B, CN, IPC C05G3/00. Preparation method of humic acid sustained-release granules coated by Konjac glucomannan / UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH, -№ CN 201310258527; publ. 29.10.14
25. Pat. CN103121871A, CN, IPCC05G3/00. Humic acid fertilizer coating film / QITAIHE RONGFENG HUMIC ACID CO LTD, - № CN 201110369367; publ. 29.05.13
26. Pat. CN104151041, CN, IPC C05G1/00. Production method for adding humic acid and sodium silicate in blended fertilizer / MING LIHUI, -№ CN 97108994; publ. 25.03.98
27. Pat. CN103755476, CN, IPC C05G3/00. Environment-friendly humic acid containing water-soluble fertilizer and production method thereof / SHAANXI DINGTIAN JINONG HUMIC ACID PRODUCT CO LTD, - № CN 201410020443; publ. 30.04.14
28. Lee RG, Kptyowski JA. Fertilizer manual. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Fertilizer Development Center (IFDC). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1998.
29. J. Erro, O. Urrutia, R. Baigorri, M. Fuentes, A. M. Zamarreño and J. M. Garcia-Mina. Incorporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions// Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2016. № 3:18. Pp. 15.
30. Пат. 2479559 Российская Федерация, МПК C05G 1/00. Способ получения гранулированных органико-минеральных наноудобрений / Н. А. Донских; ЗАО Кемеровский агрохимический завод «Вика», - № 2011119004/14; заявл. 12.05.11; опубл. 20.04.13.

## REFERENCES

1. Otsenka vliyaniya guminovykh preparatov na rost i urozhay gorokha na chernozemakh Kuzbassa / O. A. Neverova, N. N. Mosiyachina, S. I. Zhrebtssov, Z. R. Ismagilov // So-vremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. №6.
2. Primenenie guminovykh kislot okislenogo burogo uglya mestorozhdeniya Ulaan – Ovoo pri vyrashchivani kartofelya / L.N. Novikova [i dr.] // Aktual'nye voprosy agrarnoy nauki, 2011, № 1. S. 14-21.
3. Zubarev A.A. Vliyanie mezhduryadnykh obrabotok i guminovogo udobreniya na pro-dukтивnost' kartofelya / A. A. Zubarev, I. F. Kargin, A. N. Papkov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. №02. S. 24-25.
4. Polienko E.A. Vliyanie guminovykh udobreniy na urozhaynost' kartofelya / E. A. Polienko, O. S. Bezuglova // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamen-tal'nykh issledovaniy. 2011. №9. S. 48-49.
5. Predposevnaya obrabotka semyan yarovoy pshenitsy guminovym preparatom iz torfa / A. V. Kravets [i dr.] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universi-teta. 2011. № 4. S. 22-24.
6. Behzad Sani. Foliar Application of Humic Acid on Plant Height in Canola // APCBEE Procedia. 2014. №8. P. 82-86.
7. Physiological Indices, Biomass and Economic Yield of Maize Influenced by Humic Acid and Nitrogen Levels / Kamran Azeem., Shaheen Shah, Naveed Ahmad, Syed Tanveer Shah, Farmanullah Khan, Yaser Arifat, Farah Naz, Imran Azeem, and Muhammad Ilyas // Russian Agricultural Sciences. 2015. Vol. 41, No. 2–3. P. 115–119.
8. Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic sub-stances, mycorrhizal inoculation and elevated CO<sub>2</sub> / Marcella M. Bettonia, Átila F. Mo-gora, Volnei Paulettia, Nieves Goicoechea. // Scientia Horticulturae. 2014. №180. P. 227-236.
9. Dudkin D. V. Praktika primeneniya iskusstvenno poluchennykh guminovykh kislot na ovoshchnykh kul'turakh v usloviyakh Altayskogo Priob'ya / D. V. Dudkin, E. V. Kash-nova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. №6. S. 28-31.
10. Tsareva L. E. Vliyanie guminovykh udobreniy na urozhaynye svoystva semyan pri vosproizvodstve gibridov sakharnoy svekly // Zemledelie i khimizatsiya. 2011. №3. S. 11-15.
11. Metwally Selim. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil / Metwally Selim, Ahmed Ali Mosa. // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 2012. №175. R. 273–281.
12. Makeeva N.A. Izuchenie vliyaniya gumatov natriya na dinamiku rosta ovsy v usloviyakh porodnogo otvala ugol'nogo razreza // Sovremennye problemy nauki i obrazova-niya. 2014. №4.
13. Podbor fitomeliorantov dlya rekul'tivatsii neftezasolennyykh pochv / Yu. A. Fedo-rova [i dr.] // Vestnik permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2015. №3. S. 60-68.
14. Klassen P.V. Osnovnye protsessy tekhnologii mineral'nykh udobreniy / P. V. Klassen, I. G. Grishaev. - M.: Khimiya 1990.- 304 s.
15. Rumpf H., Agglomeration Herausgeber; W. A Knepper, New York, London, 961, p. 379.
16. Raschet oborudovaniya dlya granulirovaniya mineral'nykh udobreniy / M. B. Genera-lov, P. V. Klassen, A. R. Stepanova, I. P. Shomin. -M.: Mashinostroenie, 1984. -192 s.

17. Sokolov I.D. Pererabotka prirodnykh soley i rassolov / I. D. Sokolov, A. V. Mu-rav'ev, Yu. S. Safrygin; pod red. I. D. Sokolova – M.: Khimiya, 1985. – 208 s.
18. Protsessy granulirovaniya v promyshlennosti / N. G. Vilesov [i dr.]. - M.: «Tekh-nika», 1976. — 192 s.
19. Pererabotka tverdykh prirodnykh energonositeley: Ucheb. posobie Yu.V. Gavrilov, N.V. Koroleva, S.A. Sinitsin; Pod red. N.G. Digurova; M-vo obrazovaniya Ros. Fe-deratsii. Ros. khim.-tekhnol. un-t im. D.I. Mende-leeva
20. Pat. CN1171409 (A), CN, IPC C08H99/00. Process for producing humates / Cai Zeyu,- №. CN 97105226; publ. 28.01.1998
21. Pat. 2110503, Rossiyskaya Federatsiya, MPK C05C9/02. Gumatizirovannoe mine-ral'noe udobrenie i sposob ego polucheniya / V. Ya. Semenov [i dr.],- № 96115600; za-yavl. 24.07.1996; opubl. 10.05.1998.
22. Pat. CN102503640B, CN, IPC C05G1/00. Special functional melt granulated humic acid fertilizer and production method thereof / STANLEY FERTILIZER STOCK CO, - № CN 201110334215; publ. 14.05.14
23. Pat. CN103387445B, CN, IPC C05G3/00. Preparation method of degradable sustained-release granules of humic acid / UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH, -№ CN 201310260136; publ. 25.02.15
24. Pat. CN103387444B, CN, IPC C05G3/00. Preparation method of humic acid sustained-release granules coated by Konjac glucomannan / UNIV SHAANXI SCIENCE & TECH, -№ CN 201310258527; publ. 29.10.14
25. Pat. CN103121871A, CN, IPCC05G3/00. Humic acid fertilizer coating film / QITAIHE RONGFENG HUMIC ACID CO LTD, - № CN 201110369367; publ. 29.05.13
26. Pat. CN104151041, CN, IPC C05G1/00. Production method for adding humic acid and sodium silicate in blended fertilizer / MING LIHUI, -№ CN 97108994; publ. 25.03.98
27. Pat. CN103755476, CN, IPC C05G3/00. Environment-friendly humic acid containing wa-ter-soluble fertilizer and production method thereof / SHAANXI DINGTIAN JINONG HUMIC ACID PRODUCT CO LTD, - № CN 201410020443; publ. 30.04.14
28. Lee RG, Kptytowski JA. Fertilizer manual. United Nations Industrial Development Organ-ization (UNIDO) and International Fertilizer Development Center (IFDC). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1998.
29. J. Erro, O. Urrutia, R. Baigorri, M. Fuentes, A. M. Zamarreño and J. M. Garcia-Mina. In-corporation of humic-derived active molecules into compound NPK granulated fertilizers: main technical difficulties and potential solutions// Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2016. № 3:18. Rr. 15.
30. Pat. 2479559 Rossiyskaya Federatsiya, MPK C05G 1/00. Sposob polucheniya granuli-rovannykh or-gano-mineral'nykh nanoudobreniy / N. A. Donskikh; ZAO Kemerovskiy agrokhimicheskiy zavod «Vika»,- № 2011119004/14; zayavl. 12.05.11; opubl. 20.04.13.

Поступило в редакцию 11.11.2016  
Received 11 November 2016