

УДК 631.811.095.337.635.1/8

В.Н. Куценко, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотрудник, ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт» (Курск), (e-mail: kucenko.v@bk.ru)

В.Н. Петров, канд. ист. наук, доцент, ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт» (Курск), (e-mail: petrovs.family.46@gmail.com)

СОЗДАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ НАНОУДОБРЕНИЙ АГРО-Н ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В ХОЗЯЙСТВАХ НАСЕЛЕНИЯ

Авторами статьи разработан комплекс органоминеральных наноудобрений (Агро-Н) для выращивания овощных культур. Комплексы составлены с учетом количества минеральных веществ, необходимых на различных этапах физиологической жизни растения – от образования ростков, формирования вегетативных частей, корневой системы, образования бутонов и завязи до плодоношения и уборки урожая. При проектировании комплексов наноудобрений учитывалась повышенная биодоступность и биоусвояемость растениями наноудобрения Агро-Н, поэтому при расчетах количества минеральных веществ были введены понижающие коэффициенты по сравнению с традиционно рекомендуемыми составами, что позволило рассчитать оптимальный состав наноудобрения по содержанию азота, фосфора и калия.

Ключевые слова: наноудобрение Агро-Н, биодоступность, биоусвояемость, минеральные и органоминеральные удобрения, наноструктурированная азофоска, элементы питания томатов и огурцов.

За предшествующее десятилетие структура продукции сельского хозяйства (в фактически действующих ценах) по категориям хозяйств претерпела видимые изменения. Так, с 44,8% в 2010 до 58,5% в 2020 году увеличилась доля сельскохозяйственных организаций и с 7,2% до 14,9% – крестьянских (фермерских) хозяйств, включая индивидуальных предпринимателей¹; при этом доля хозяйств населения уменьшилась с 48,0% до 26,6% соответственно². В тоже время

суммарно доля хозяйств, к которым относятся две последние категории, в валовом производстве продукции остается высокой, хотя и здесь проявилась тенденция к снижению с 53,2% до 41,5% [5, с. 20–22].

В общей структуре производства в этих типах хозяйств растениеводство занимает значительную долю и составляло в 2020 году 82,2% в крестьянских (фермерских) хозяйствах и хозяйствах индивидуальных предпринимателей и 46,5%

¹ Крестьянское (фермерское) хозяйство – объединение граждан, связанных родством и (или) свойством, имеющих в общей собственности имущество и совместно осуществляющих производственную и иную хозяйственную деятельность (производство, переработку, хранение, транспортировку и реализацию сельскохозяйственной продукции), основанную на их личном участии.

² К хозяйствам населения относятся личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан в сельских и городских поселениях, а также хозяйства граждан, имеющих земельные участки в садоводческих и огороднических некоммерческих объединениях.

в хозяйствах населения.

Производство интересующей нас категории сельскохозяйственной продукции (овощи) в этих двух типах хозяйств суммарно увеличилось с 1429,5 млн.т. в 2010 г. до 2976,9 млн.т. в 2020 г., т.е. более чем в 2 раза, и составляло 71,5% этого вида продукции в общем составе его производства в стране [5, с. 28–30].

При этом надо отметить, что площади возделывания картофеля и овощебахчевых культур за этот период в крестьянских (фермерских) хозяйствах оставалась стабильной (0,3 млн. га), в хозяйствах населения сократилась с 2,1 до 1,3 млн. га, т.е. суммарно уменьшилась на 0,8 млн. га. Но отмеченное ранее 2-х кратное увеличение ими производства овощей, свидетельствует об интенсификации процессов производства [5, с. 28–29].

Увеличение продуктивности производства связано с различными факторами. Среди них одним из определяющих является увеличение применения как минеральных, так и органических удобрений, которое в эти годы составило 182% и 145% соответственно во всех типах хозяйств [5, с. 41].

К сожалению, отсутствует точная статистика динамики применения минеральных удобрений в выбранных нами в качестве объекта исследования типах хозяйств. Мы исходим из того, что данная тенденция была характерна для применения минеральных удобрений во всех типах хозяйств и сыграла свою роль в увеличении продуктивности производства овощей.

В то же время, элементы минерального питания, содержащиеся в удобрениях, используются растениями далеко не полностью. Как свидетельствуют научные исследования, коэффициент использования основных элементов минеральных удобрений составляют: *N* (азот) – 40%, *P* (фосфор) – 15%, *K* (калий) – 30%. Таким образом, при внесении минеральных удобрений теряется до 60% азота, фосфора – до 85%, калия – до 70% (испаряется, вымывается, подвергается комкованию) [2, с. 161–162; 10, с. 513]. Современные методики использования и качество минеральных удобрений не дают возможности выйти из этого порочного круга: для большей урожайности нужно использовать больше минеральных удобрений, но чем больше мы их используем, тем сильнее

обедняем естественное плодородие почвы, создаваемое полезной микробиотой, и отравляем окружающую среду, а значит, вредим сами себе.

Это ставит перед научным сообществом задачу разработки новых форм минеральных и органоминеральных удобрений, которые бы позволили, с одной стороны, сохранить высокую урожайность сельскохозяйственных культур и, одновременно, с другой стороны, избежать нанесения непоправимого ущерба окружающей среде.

Выполнить такую задачу призваны удобрения нового поколения, производство которых основано на применении инновационных нанотехнологий. В настоящее время разработкой таких удобрений занимаются ученые лишь нескольких стран, вследствие чего на рынке представлено ограниченное их количество. Сведения о производстве наноудобрений, включая открытость данных о наличии и размерности наночастиц в них, достаточно ограничены. Производители зачастую лишь указывают, что их продукты содержат наночастицы. Это затрудняет объективный анализ развития производства наноудобрений в мире [9, с. 129–146].

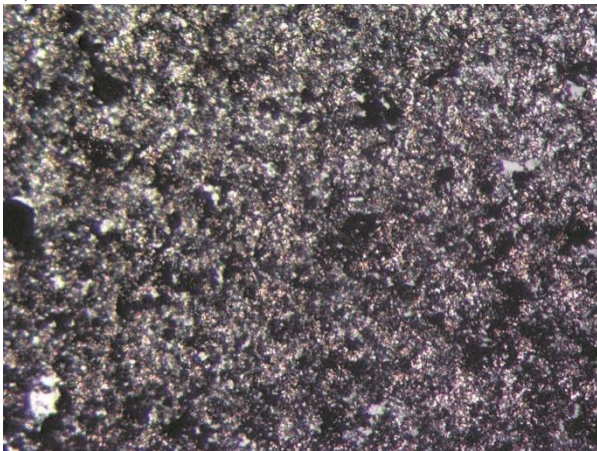
В научно-исследовательской лаборатории «Синтез микро- и наноструктур» ЧОУ ВО «Региональный открытый социальный институт» на протяжении длительного времени ведутся разработки технологий производства и исследования повышения эффективности биологически активных веществ на основе их наноструктурирования. Среди них, в частности, было создано удобрение Агро-Н (патент № 2724889 от 26.07.2020 г., патентообладатель ЧОУ ВО «РОСИ») [4]. Основой наноудобрения Агро-Н является нативное удобрение азофоска NPK 16:16:16, наноструктурированное по запатентованной технологии. Для наглядности различия структуры нативного- и наноудобрения приводим их фотографии, снятые с использованием микроскопа.

Высокая биоусвояемость растениями удобрения Агро-Н способствует полному переходу элементов минерального питания и других компонентов удобрения из почвы и водных растворов в корневую систему, стебель и листовый покров растения. Как известно, при внесении традиционных форм удобрений большая их доля остается в почве или

переходит в окружающую среду, т.е. используется растениями далеко не полностью [1]. Это позволяет при разработке и производстве различных комплексов удобрения Агро- Н учитывать эти факторы и значительно уменьшить дозы вносимых в почву минеральных элементов.

Исследования, проведенные совместно с ФГБНУ «Курский ФАНЦ» [3] свидетельствуют, что применение наноудобрения Агро- Н на посевах сои показало его высокую эффективность. Так, например, даже при уменьшении в 2,6 раза дозы нативного вещества в наноудобрении

А)



того, обладая повышенной гигроскопичностью, крахмал благоприятно влияет на рациональный водообмен, а также является микросредой для зарождения и обитания полезных бактерий в ризосфере растений. Благодаря наличию минеральных веществ (*N, P, K* и др.), а также макро- и микроэлементов, удобрение Агро-Н способствует правильному и здоровому развитию растений, повышает урожайность и удлиняет период плодоношения, формирует оптимальный биохимический состав плодов, увеличивая пищевую ценность выращиваемых овощей, плодов и ягод.

Б)

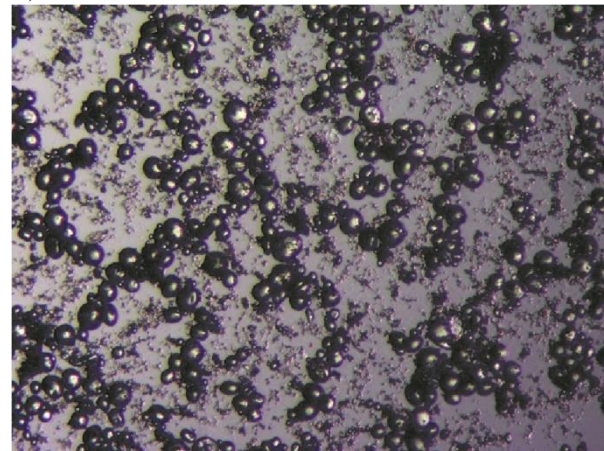


Рис. 1. Азофоска под микроскопом при 100 кратном увеличении:

А) традиционная форма

Б) нанокапсулированная форма

Агро- Н по сравнению с азофоской (*N₁₆ P₁₆ K₁₆*) урожайность сои практически сохранилась на уровне, достигнутом при внесении азофоски, содержание белка в зерне увеличилось на 1,0%, жира – на 1,1%. Это свидетельствует о том, что биодоступность и биоусвояемость растениями сои наноудобрения Агро-Н значительно выше, чем при использовании нативного удобрения.

В удобрении Агро- Н в качестве наноносителя используются картофельный крахмал и активированные наноструктурированные минеральные вещества нативного удобрения, микро- и макроэлементы. Благодаря использованию при производстве Агро-Н полисахарида, удобрение можно отнести к категории органоминеральных удобрений. Крахмал увеличивает концентрацию биополезных ингредиентов удобрения, усваиваемых растениями, и способствует, как энергетический материал, интенсификации процессов, в том числе фотосинтеза. Кроме

Высокая эффективность применения наноструктурированной азофоски Агро-Н на посевах сои стала стимулом для разработки комплексов удобрений специализированных составов для выращивания овощных культур.

При проектировании комплексов наноудобрений для выращивания различных овощных культур необходимо было создать водорастворимые наноструктурированные удобрения, которые бы позволяли:

а) изучить и установить, какой комплекс минеральных питательных веществ требуется при посадке и выращивании конкретной культуры, каких веществ и в каком количестве необходимо на каждом из этапов физиологической жизни растения – от образования ростков семян, формирования вегетативных частей, корневой системы, образования бутонов и завязи до плодоношения и уборки урожая;

б) учитывать то, что эффективность на-

ноудобрения Агро-Н выше, если соотношение активного вещества и наноносителя (ядра и оболочки) составляет 1:1 [3];

в) учитывая высокую биодоступность и биоусвояемость растениями наноудобрения Агро- Н, в расчеты количества минеральных веществ ввести поправки на усвоение этих веществ в нативных формах;

г) для составления комплексов использовать только минеральные удобрения, имеющиеся в торговой сети.

Томаты.

Потребность в элементах питания.

Томат – растение с умеренным потреблением питательных веществ. Он не выносит избытка удобрений. В то же время томат очень отзывчив на их внесение, которое повышает урожайность культуры и улучшает качественные характеристики плодов. Удобрения вносят с учетом качества плодородия почвы и состояния растений. Кроме органики (перегнивший навоз, торфонавозный компост, навозная жижа, куриный помет и т.д.), томатам необходимы минеральные удобрения – азотные, фосфорные, калийные и кальциевые.

У томата в начальный период роста и развития потребность в питательных веществах небольшая, она резко возрастает в период начала бутонизации, цветения и, особенно, в период плодоношения. В эти периоды растению нужно больше азота, фосфора, калия и др. элементов питания [4].

Азот необходим для формирования вегетативных частей растения, особенно значим он в период от всходов до образования бутонов. Как недостаток, так и избыток азота отрицательно отражаются на величине урожая и качестве плодов. При избытке азота растения развивают мощную вегетативную массу, что приводит к задержке и снижению плодообразования, замедлению созревания и снижению устойчивости к заболеваниям. При недостатке азота прирост стеблей, листьев и плодов замедляется, растения желтеют, листья опадают. Признаки азотного голодания: листья скручиваются, плоды приобретают бронзовую окраску, корни покрываются ржавым налетом.

Фосфор необходим для построения клеток и тканей растений. В первый период жизни растения особенно чувствительны к недостатку фосфора в почве, так как он способствует приросту корней, формированию генеративных органов, более раннему

цветению, ускоренному созреванию плодов, улучшению их качества. Фосфор следует вносить в легкоусваиваемой форме водного раствора. При недостатке фосфора прекращается рост растений, задерживаются завязывание и созревание плодов. Листья становятся сине-зелеными, затем сероватыми, а стебель и черешки – лиловокоричневыми.

Калий нужен растениям в небольшом количестве, в этом элементе у растения возникает с

Таблица 1 Комплекс наноудобрений Агро-Н для выращивания томатов

1-я подкормка		
Через 10-15 дней после высадки рассады		
Пакет №1	Наноселитра аммиачная – 3,6 г наномонокалийфосфат – 4,4 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 8,0 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10 л. Подкармливать из расчета 1л на каждое растение.
2-я подкормка		
Через 20-25 дней (в период цветения) после первой подкормки		
Пакет № 2	Наноселитра аммиачная – 5,4 г наномонокалийфосфат – 6,6 г наносульфат магния – 4 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 16 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10л. Подкармливать из расчета 1л на каждое растение.
3-я подкормка		
Через месяц после второй подкормки (в период созревания плодов)		
Пакет №3	Наномонокалийфосфат – 13 г наноселитра аммиачная – 7 г наносульфат магния – 10 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 30 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10л. Подкармливать из расчета 1л на каждое растение.

количестве, особенно в период плодоношения растения. Калий необходим и в начале роста и развития растения, в том числе томата. Калий необходим для формирования стеблей и завязей, активной ассимиляции углекислоты и передвижения ассимилятов, в том числе и азотистых веществ, в растениях. Кроме того, калий участвует в ферментных системах, которые катализируют превращение фосфорорганических соединений в другие вещества. При калийном голодании передвижение ассимилятов замедляется, рост растений прекращается. По краям листьев образуются желтовато-коричневые пятна, затем края листьев скручиваются, на плодах появляются бурые пятна. Оптимальное снабжение томатов калием повышает устойчивость растений к пониженным температурам и болезням, улучшает качество плодов.

Кальций способствует росту корней и листьев, укрепляет стебель. На кислых почвах кальций снижает вредное воздействие на растения почвенной кислотности. Потребность

момента прорастания семени. При недостатке кальция корни ослизняются и заболевают, на листьях появляются желтые пятна, нарушается углеводный и азотный обмен. При избытке кальция слабо развиваются верхушечные почки, приостанавливается рост растения, листья желтеют, плоды остаются мелкими.

Магний увеличивает рост корней, способствует передвижению питательных веществ в растении из старых листьев к молодым. При недостатке магния стебли остаются тонкими, слабыми, листья поднимаются вверх.

Сера необходима для образования белковых соединений.

Хлор способствует передвижению питательных веществ в растении, повышает устойчивость к болезням.

Натрий положительно влияет на качество плодов.

Кроме основных питательных элементов растения томата для нормального роста и развития нуждаются в **микроэлементах** (бор, марганец, железо,

молибден, цинк, медь и др.). Хотя они требуются в небольших количествах, отсутствие их в почве приводит к различным нарушениям в развитии растений и, как следствие, снижению урожайности.

При разработке наноудобрений Агро-Н были учтены рекомендации [8] по составлению удобрительных смесей, которые подразделяются на огородную, плодово-ягодную и цветочную. Для получения смесей используют удобрения, имеющиеся в продаже. При жидких подкормках в 10 л. воды растворяют 20–100 г смеси в зависимости от культуры и возраста растения.

в виде окиси фосфорной кислоты ($P_2 O_5$), 9 г калия в виде окиси калия (K_2O). Пропорционально 20 г смеси содержат: 1,2 г азота; 1,8 г фосфора ($P_2 O_5$); 1,8 г калия (K_2O).

Для составления требуемой смеси, исходя из наличия удобрений в торговой сети, возьмем в качестве азотного удобрения аммиачную селитру, а в качестве фосфорно-калийного – монокалийфосфат. Аммиачная селитра содержит 33% азота. Это значит, что при внесении в почву 100 г аммиачной селитры мы вносим 33 г полезного азота. Для внесения в почву 1,2 г азота потребуется: $1,2 * 100/33 =$

Таблица 2 Комплекс наноудобрений Агро-Н для выращивания огурцов

1-я подкормка		
После появления 3-4 листа		
Пакет №1	Наноселитра аммиачная – 3,6 г наномонокалийфосфат – 4,4 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 8,0 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10 л. Подкармливать из расчета 1 л на каждое растение.
2-я подкормка		
Через 20-25 дней (в период цветения) после первой подкормки		
Пакет № 2	Наноселитра аммиачная – 7,2 г наномонокалийфосфат – 8,8 г наносульфат магния – 4 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 20 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10 л. Подкармливать из расчета 1 л на каждое растение.
3-я подкормка		
Через 15-20 дней после второй подкормки (в период плодоношения)		
Пакет №3	Наноселитра калиевая – 24 г Наноселитра аммиачная – 6 г микроэлементы: бор, марганец, цинк, сера Всего: 30 г	Содержимое пакета растворить в 1л воды. Рабочий раствор довести до 10 л. Подкармливать из расчета 1 л на каждое растение.

Расчетная формула содержания питательных веществ в огородной удобрительной смеси [8]: азот (N), фосфор ($P_2 O_5$), калий (K_2O) – 6 : 9 : 9.

Подкармливать томаты начинают не раньше чем через 10–15 дней после высадки рассады. Первую подкормку проводят, используя минимальные дозы огородной удобрительной смеси, т.е. 20 г на 10 л воды. Проведем перерасчет воздействия этих доз питательных веществ на растение при использовании их в наноструктурированной форме.

В 100 г огородной удобрительной смеси содержатся 6 г полезного азота, 9 г фосфора в

3,6 (г) аммиачной селитры. С учетом коэффициента усвоения азота $K = 0,5$ активной селитры потребуется: $3,6 * 0,5 = 1,8$ (г), с учетом веса крахмального наноносителя доза наноаммиачной селитры составит: $1,8 * 2 = 3,6$ г.

Монокалийфосфат содержит 50% фосфора ($P_2 O_5$) и 33% калия (K_2O), а требуемое их количество с учетом доли усвоения растением составляет: фосфора ($P_2 O_5$) – $1,8 * 0,2 = 0,36$ (г); калия (K_2O) – $1,8 * 0,4 = 0,72$ (г). Для обеспечения такого количества калия понадобится $0,72 * 100/33 = 2,18$ (г) удобрения монокалийфосфат, которое будет содержать 1,09 г фосфора, что также соответствует

расчетным условиям. С учетом веса крахмального наноносителя доза удобрения наномонокалийфосфат составит $2,18 * 2 = 4,36$ (г) или, примерно, 4,4 г.

Таким образом, для первой подкормки требуется 3,6 г наноазофоски и 4,4 г наномонокалийфосфата, т.е. 8,0 г наноудобрения Агро-Н.

Второй раз подкормку проводят через 20–25 дней после первой, а третий – через месяц после второй, приурочивая ее ко времени образования и налива плодов. Во вторую подкормку дозы всех удобрений, что были в первой подкормке, рекомендуется увеличивать в 1,5 раза, в третий раз дозы увеличивают в 2,5–3 раза [6]. Следовательно, для второй подкормки используем: наноаммиачной селитры – 5,4 г, наномонокалийфосфата – 6,6 г, наносульфата магния – 4 г. Наносульфат магния включен в комплекс для лучшего перемещения по стеблю и усвоения растением фосфора и калия.

Полный комплекс наноудобрения Агро-Н для выращивания томатов представлен в табл. 1. Использовать этот комплекс можно так же для подкормок перцев и баклажанов.

Огурцы.

Потребность в элементах питания.

Даже на высокоплодородных почвах огурцы не обходятся без подкормок. Подкормка растений не только увеличивает урожайность, но и обеспечивает раннее плодоношение. Потребность в отдельных питательных веществах у огурцов меняется в зависимости от возраста растения, световых условий во время вегетации, температуры почвы и т.д.

При подкормках в первый период (с момента прорастания семян до образования третьего или четвертого листочка) нужно добиваться максимального развития корневой системы, чему способствуют фосфорные удобрения. При появлении третьего настоящего листа у огурцов начинают интенсивно развиваться листья и плети. С этого времени и до начала цветения необходимо в подкормках давать повышенное количество азотных удобрений и достаточное количество калийных.

Во время цветения рекомендуется увеличивать дозы азотных удобрений в 1,5, а калийных – в 2 раза. В период плодоношения, для поддержания интенсивности сбора плодов, количество азотных удобрений необходимо

удвоить по сравнению с первой подкормкой, а калийных – повысить в 2,5 раза. Удобрения целесообразно использовать в жидком виде. В жидкую подкормку помимо минеральных удобрений добавляют микроудобрения – 0,5 г борной кислоты, 0,3–0,4 г сернокислого марганца и 0,1 г сернокислого цинка на 10 л воды [7].

Первую подкормку можно провести, используя минимальную дозу огородной удобрительной смеси, такую, как при первой подкормке томатов, т.е. требуется 3,6 г наноазофоски и 4,4 г наномонокалийфосфата на 10 л воды. Вторую – в двойном размере по сравнению с первой, в третьей и последующих подкормках рекомендуется повысить вес калийных удобрений в 2,5 раза. Поэтому в третьей подкормке должно содержаться 3,6 г активного азота и $2,2 * 2,5 = 5,5$ г активного калия.

Для составления смеси третьей подкормки возьмем удобрение с большим содержанием калия (K_2O). В торговой сети есть в наличии селитра калиевая, которая содержит 13,6% азота и 46% (K_2O). В 100 г этого удобрения содержится 46 г активного калия, а для внесения 5,5 г понадобится:

$5,5 * 100 / 46 = 12$ (г) нативной селитры калиевой, наноструктурированной в картофельном крахмале с получением $12 * 2 = 24$ (г) готового продукта, который содержит $12 * 13,6 / 100 = 1,6$ (г) азота. Для добавления еще 2 г азота нам понадобится $2 * 100 / 33 = 6$ (г), 6 г * 0,5 * 2 = 6 г наноаммиачной селитры. Полный состав комплекса наноудобрений Агро-Н для выращивания огурцов приведен в табл. 2. Этот комплекс можно рекомендовать для выращивания кабачков, арбузов и других бахчевых культур.

Наборы наноудобрений Агро-Н разработаны с учетом использования их на всех этапах физиологического развития растения от посадки (высева) до сбора урожая. Поэтому в комплексы удобрений в зависимости от выращиваемой культуры входят от одного до трех различных наборов наноструктурированных веществ, микро- и макроэлементов, предназначенных для питания растений в периоды формирования корневой системы, зеленой массы, бутонизации, завязи, интенсивного и длительного плодоношения.

Список литературы и источников:

1. Дзюин Г.П., Дзюин А.Г. Коэффициенты использования азота, фосфора и калия из минеральных удобрений, навоза и почвы культурами севооборота // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-1. – С. 83-90 [Электронный ресурс]. – URL: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=9917> (дата обращения: 27.10.2023 г.).
2. Братков В.В., Овдиенко Н.И. Геоэкология: Учебное пособие. – М., 2005. – 312 с.
3. Лазарев В.И., Минченко Ж.Н., Куценко В.Н., Петров В.Н. Эффективность применения наноудобрения Агро-Н при возделывании сои в условиях Курской области // Провинциальные научные записки. – 2023. – №1(17). – С. 60-69.
4. Пат. 2724889 РФ. Способ получения нанокапсул азофоски / А.А. Кролевец, В.Н. Куценко, С.Г. Глотова; опубл. 26.06.20.
5. Сельское хозяйство в России. 2021 (Статистический сборник) – Москва, 2021. – С. 20-22 [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf (дата обращения: 10.11.23 г.).
6. Скворцова Р.В. Томаты. – М.: Изд-во «Астрель», 2003. –126 с.
7. Смирнов Н.А. Домашний огород. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1984. –191 с.
8. Ченыкаева Е.А., Спиридонова А.И. Советы огородникам: Справочное пособие. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. –284 с.
9. Чуйков Р.Я., Панков М.Д. и др. Нанотехнологии в сельском хозяйстве. – Астраханский вестник экологического образования. – 2022. – № 1 (67). – С. 129-146.
10. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применения удобрений. – Майкоп: ОАО «Полиграф- ЮГ», 2013. – 571 с.

V.N. Kutsenko, Candidate of Science, Docent, senior researcher, Regional Open Social Institute (Kursk), (e-mail:kucenko.v@bk.ru)

V.N. Petrov, Candidate of Science, Docent, Regional Open Social Institute (Kursk), (e-mail: petrovs.family.46@ gmail.com)

CREATION OF PROMISING COMPLEXES OF ORGANOMINERAL

NANO-FERTILIZERS AGRO-N FOR GROWING VEGETABLE CROPS

IN HOUSEHOLDS

The authors of the article have developed a complex of organomineral nano-fertilizers (Agro-N) for growing

vegetable crops. The complexes are composed taking into account the amount of minerals needed at various

stages of the physiological life of the plant – from the formation of sprouts, the formation of vegetative parts,

the root system, the formation of buds and ovaries to fruiting and harvesting.

When designing complexes of nano-fertilizers, the increased bioavailability and digestibility of Agro-N nano

fertilizers by plants were taken into account, therefore, during calculating the amount of minerals reducing

coefficients were introduced compared with traditionally recommended formulations. This made possible to

calculate the optimal composition of the nano-fertilizer based on the content of nitrogen, phosphorus and potassium.

Keywords: *nano-fertilizer Agro-N, bioavailability, bioavailability, mineral and organomineral fertilizers, nanostructured nitrogen strip, nutrition elements of tomatoes and cucumbers.*