

Новое поколение комплексных гранулированных органоминеральных удобрений пролонгированного действия

Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов
Институт природопользования НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 30.03.2020 г.)

Быстрая растворимость в воде стандартных минеральных удобрений является главной причиной их больших потерь (до 40 %) и загрязнения окружающей среды элементами питания растений. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции с увеличением доз минеральных удобрений ограничено негативными экологическими и экономическими последствиями.

Использование органических удобрений в земледелии также ограничено экологическими и экономическими факторами и сырьевыми ресурсами. Предлагается комплексное решение проблемы путем применения экологически надёжных комплексных органоминеральных гранулированных удобрений (КГУ) пролонгированного действия. Рассматриваются преимущества КГУ и перспективы их применения в земледелии Беларуси. Создана пилотная установка по производству КГУ с выпуском до 1000 т удобрений в год, выполнены государственные регистрационные испытания КГУ на овощных культурах и картофеле. Сделан вывод о том, что во второй половине XXI века удобрения с программированным высвобождением питательных веществ постепенно станут доминирующей формой.

Введение

В мировой научной и популярной литературе много внимания уделяют неудовлетворительному качеству сельскохозяйственной продукции и негативным процессам в окружающей среде, происходящим под воздействием быстрорастворимых форм минеральных удобрений, и, как протест общества против их применения, сформировалась новая практика хозяйствования – органическое земледелие.

Последние 170 лет принято считать эпохой ускоренного развития общемирового производства и применения минеральных удобрений, позволившей человечеству совершить большой скачок в обеспечении населения продовольствием за счёт многократного повышения урожайности сельскохозяйственных культур, валовых сборов зерна, овощей, производства мяса, молока и другой продукции [1]. Полагают, что земледелию на планете более 4 тысяч лет, и почти всё это время урожайность сельскохозяйственных культур не превышала нескольких центнеров с гектара в пересчёте на зерно. Рост урожая начался лишь после распространения посевов бобовых культур и особенно ускоренно – с применением минеральных удобрений.

В Беларуси за последние 60 лет среднегодовая урожайность увеличилась в 3,5–5 раз по сравнению с получаемой в течение предшествующего века. Применяемые ныне минеральные удобрения дают ощутимые прибавки урожая всех культур, и без них не было бы тех достижений, которые имеет сельское хозяйство: впер-

The fast solubility of standard forms of mineral fertilizers in water is the main reason for their large losses (up to 40 %) and environmental pollution by nitrogen and potassium. Raising crop yields and product quality up with increasing doses of mineral fertilizers is limited by negative environmental and economic consequences. The use of organic fertilizers in agriculture is also limited by environmental and economic factors as well as raw material resources.

A compromise solution to the problem is proposed by using environmentally compatible long-acting Complex organomineral Granulated Fertilizers (CGF). The advantages of CGF and their application prospects in agriculture of Belarus are considered. A Pilot Plant for the production of CGF with the capacity of 1000 ton of fertilizers per year was created and the CGF state registration tests with vegetable crops and potatoes were completed. It is concluded that in the second half of the 21st century, fertilizers with programmed release of nutrients will gradually become the dominant form.

вые за всю историю Беларуси валовые сборы зерна в 2012 и 2014 г. значительно превышали 9 млн т [2], что явилось интегрированным результатом работ в области селекции, защиты растений, механизации и т. д., в том числе и применения удобрений, и это – выдающееся достижение науки и практики. В нашей стране навсегда исчезло такое понятие, как голод из-за неблагоприятных климатических явлений.

Конечно, урожай – это интегральный результат совместного действия многих факторов: обработки почвы, селекции, минерального и водного питания растений, их защиты от вредителей и болезней и многих других, всего – около 50. Причём все факторы незаменимы: отсутствие или недостаточное действие любого из них неизбежно ведёт к снижению урожайности. Однако даже на фоне блестящих успехов селекции, механизации работ и защиты растений определяющая роль гармоничного минерального питания растений при благоприятном водном режиме в построении величины и качества урожая несомненна. В Беларуси от применения одного килограмма минеральных удобрений получают 12–13 кг зерна. С точки зрения экономики это выгодно, потому что затраты на приобретение, доставку и внесение удобрений хорошо окупаются прибавками урожая. Вместе с тем применение минеральных удобрений имеет существенные агрономические, экологические и даже экономические ограничения, которые возрастают по мере увеличения их доз.

В гумидной зоне, где расположена Беларусь, нередко происходит загрязнение почв, поверхностных и грунтовых

вод, продукции растениеводства соединениями азота, калия, фосфора и сопутствующими им примесями, а в семиаридной и аридной зонах происходит аккумуляция в обрабатываемом слое почвы кадмия, урана и других тяжёлых металлов, являющихся природными примесями в фосфоритных и калийных рудах.

Из-за неравномерности внесения и быстрой растворимости минеральных удобрений в пахотном слое возникают локальные избыточные концентрации солей, оказывающие стрессовое воздействие на растения и почвенную биоту, особенно во время засух, когда их концентрация в почвенном растворе возрастает вследствие испарения воды. В дождливые периоды, наоборот, возникает недостаток питательных веществ из-за их выноса вертикальными и горизонтальными водными потоками, что негативно отражается не только на величине, но и на качестве урожая. Согласно опубликованным данным, в 2010–2018 гг. в Беларуси ежегодно вносили в пересчёте на 100 % питательные вещества: азота (N) – 377–497 тыс. т, калия (K_2O) – 358–623 тыс. т, а теряли по 25–35 % от внесённого количества в зависимости от свойств почв [2]. Выходит, чтобы обеспечить потребность растений в питательных веществах для формирования урожая, приходится вносить в почву как минимум на четверть более фактически необходимого количества. Фосфорных удобрений вымывается значительно меньше – лишь несколько процентов от внесённой дозы. В целом получается, что чем больше вносим, тем больше теряем. К потерям также надо добавить затраты на перевозку удобрений от предприятий-производителей к районным и хозяйственным складам, на внесение удобрений, и если часть удобрений вымылась из почвы, то вместе с ней «вымылись» и все понесённые на эту часть расходы по доставке.

Кроме потерь питательных веществ обществу наносится огромный ущерб за счёт загрязнения окружающей среды вымываемыми из почвы удобрениями и сопутствующими примесями. Так, после проведения мелиорации земель в Полесье в результате применения быстрорастворимых удобрений содержание хлора, калия и азота в реке Припять и её притоках увеличилось от 3 до 40 раз [3]. В результате попадания питательных веществ в водоёмы и водотоки ускоренно развивались сине-зелёные водоросли («цветение» воды), которые, отмирая и разлагаясь с потреблением больших количеств растворённого кислорода, нередко приводили к летним заморам рыбы.

Особенно важный негативный факт: внесение быстрорастворимых форм минеральных удобрений при недостатке поступления органического вещества ведёт к ускоренному разрушению гумуса – фундамента плодородия. Это особенно чётко проявилось в период повсеместного применения жидкого аммиака в 70-х годах прошлого века, как наиболее дешёвого азотного удобрения. Избыток хорошо растворимых калийных удобрений действует аналогично. К сожалению, пока в Беларуси мало внимания обращают на нарастающую проблему дегумификации почв пашни. Лишь в монографии [4] даны количественные характеристики этого процесса и говорится о его опасности для земледелия.

Локальные избыточные концентрации минеральных удобрений разрушают агрономически ценные агрегаты почв, поэтому в периоды дождей суглинистые почвы с нарушенной структурой «заплывают», сильно замедляя

фильтрацию воды, что ведёт к её застою в понижениях, образованию вымочек и в итоге – к снижению урожайности.

Следует отметить, что в XX веке были созданы, безусловно, необходимые и оправдавшие себя на том временном этапе развития технологии производства минеральных удобрений, в том числе комплексных гранулированных, содержащих одновременно азот, фосфор и калий. Эти удобрения хорошо обеспечивают растения питательными веществами в нужных соотношениях, но они не обладают свойством пролонгированного действия. Содержащиеся в них азот и калий растворяются так же быстро, как и при раздельном внесении азотных и калийных удобрений, поэтому им присущи все пагубные последствия, характерные для простых либо смешанных минеральных удобрений. Даже при некоторых агротехнических преимуществах комплексные гранулированные минеральные удобрения уже морально устарели и не отвечают требованиям современного экологически безопасного и рационального земледелия из-за их быстрой растворимости, что предопределяет дробление нормы с обязательными подкормками растений азотом и калием, либо большие потери.

Возникают вопросы: как долго и сколько будем ещё непроизводительно терять питательные вещества и что необходимо сделать для предотвращения или хотя бы для снижения столь огромных потерь?

Экспериментально доказано, что с увеличением доз минеральных удобрений прибавки урожая сначала возрастают, но после достижения некоторой величины их прирост замедляется и постепенно становится незначительным. При этом удельные затраты на получение прибавок урожая непропорционально возрастают, «большие» урожаи становятся экономически излишне напряжёнными. При этом теряется хозяйственный смысл увеличения доз производимых ныне стандартных видов минеральных удобрений. В Западной Европе уже пройден предел, выше которого увеличение доз минеральных удобрений не приводит к желаемому и экономически выгодному повышению урожайности, но существенно снижает агрономическую, экологическую, экономическую, энергетическую эффективность и качество продукции. По этим причинам страны ЕС были вынуждены снизить дозы применяемых минеральных удобрений с 387 кг/га действующего вещества (NPK), применявшихся в среднем в 1990–2000 гг. до 292 кг/га в 2000–2018 г., то есть на четверть.

Возможность стабильного и долговременного получения «больших» урожаев за счёт быстрорастворимых минеральных удобрений по целому ряду реалий даже на лучших пахотных землях в мире оказалась состоятельной только на отрезок времени, ограниченный прошлым веком. Поэтому ныне применяемые минеральные удобрения без существенных изменений постепенно становятся всё более обременительными для Беларуси и всего мирового сообщества из-за их быстрой растворимости и недостаточной экологической совместимости.

На начальном этапе развития агрохимии как науки формировались два противоположных мнения о том, какие удобрения следует применять: быстро или медленно растворимые. Первую точку зрения выдвинул выдающийся немецкий химик Ю. Либих, вторую – не менее выдающийся русский химик Д. И. Менделеев. В то время в этом споре победа, обоснованная опытами и практикой, оказалась на стороне быстрорастворимых удобрений,

однако это была эпоха ограниченного распространения минеральных удобрений, когда вместе с увеличением доз быстро росли и прибавки урожая, а экологических и экономических проблем тогда ещё не возникало. Теперь же всё изменилось «до наоборот»: быстрорастворимые формы минеральных удобрений пришли в противовес с экологическими и экономическими законами развития земледелия и мирового сообщества, а востребованными становятся медленно растворимые формы удобрений (*slow release fertilizers*) особенно с программируемой скоростью высвобождения питательных веществ в течение всего периода вегетации растения.

Для замедления растворимости минеральных удобрений в почве применяют полимерные покрытия – полистирол, поливинилацетат, нитроцеллюлозу, поливинилхлорид, полиуретан, дициклопентадиен, полифенолы, винилацетат, силиконы, гидролизованный полиакрилонитрил, глицериновые эфиры органических ненасыщенных кислот, парафины, нефтяные масла, битумы, гидролизный лигнин, алкидные смолы, поверхностно-активные и многие другие синтетические вещества в дозах от 4 до 22 % от общей массы удобрения. Все эти соединения остаются в почве после использования растениями питательных веществ. Они чужеродны для биосферы, поэтому несовместимы с ней, а многие из них опасны для здоровья людей, животных и почвенной биоты. Многие из перечисленных веществ медленно разлагаются и способны накапливаться в корнеобитаемом слое, а при выносе из почв вертикальными и горизонтальными водными потоками загрязняют поверхностные и подземные воды, отравляют окружающую среду. Таким образом, многочисленные попытки создания медленно растворимых форм минеральных удобрений с использованием синтетических веществ пока не дали должного, с точки зрения экологической совместимости, результата, поэтому аграрии вынуждены пользоваться формами быстрорастворимых туков, поставляемых промышленностью.

Решить проблему питания населения за счёт органических удобрений тоже не получается из-за необходимости значительных объёмов их внесения в почву, что влечёт за собой существенные агрономические, экономические, экологические и даже сырьевые ограничения. Разные виды органических удобрений, как правило, не сбалансированы по питательным элементам, поэтому при дозах 100 и более тонн на гектар продукция и окружающая среда загрязняются нитратами и тяжёлыми металлами. Загрязнённые почвы уже появились вблизи крупных животноводческих комплексов. Необходимость многотоннажных перевозок и равномерного распределения по удобряемой площади требует существенных затрат. Вместе с тем белорусское земледелие испытывает дефицит органических удобрений: для поддержания бездефицитного баланса гумуса требуется ежегодно вносить в среднем по 12–13 т на один гектар, а вносится в среднем лишь по 9–11 т. Многие поля, особенно удалённые от животноводческих ферм, получают и того меньше.

Органическое (биологическое) земледелие не получило широкого распространения в Беларуси и других странах из-за низкой производительности, сложности с защитой растений и ряда других причин. Такое земледелие на данном этапе развития в принципе не сможет решить проблему обеспечения растущего населения планеты продуктами питания. Об этом свидетельствует,

например, опыт Черногории, где стремились всё земледелие сделать органическим. По истечении первых 3–4 лет, в связи с исчерпанием ранее накопленных питательных веществ в почве, урожаи резко снизились, создав серьёзные проблемы фермерам и обусловив возврат к прежним органоминеральным системам удобрений. Практика органического земледелия сопряжена с вероятным снижением на 30 % и более продуктивности возделываемых культур и оправдывает себя лишь в странах с избыточным уровнем сельскохозяйственного производства в относительно небольших специализированных предприятиях при условии соблюдения важнейшего закона земледелия – закона возврата.

Основная часть

В связи с быстрым ростом численности населения планеты, обеспечение его потребностей в продуктах питания, наряду с количественными показателями, должно гарантировать их высокое качество для сохранения здоровья людей с минимальным ущербом для природной среды.

Разумный компромисс решения данных проблем может быть найден в производстве и применении органоминеральных комплексных гранулированных удобрений (КГУ) пролонгированного действия на основе натуральных органических веществ, так как они, с одной стороны, обладают свойствами минеральных удобрений снабжать растения питательными веществами, а с другой – свойствами органических удобрений снижать негативные последствия от высоких концентраций минеральных солей в почвенном растворе, способствовать улучшению почвенной структуры, сохранению гумуса, поддержанию микробиологической активности почвы и, кроме того, стимулируют рост и развитие растений за счёт наличия натуральных биологически активных веществ в оптимальных концентрациях.

Идея создания органоминеральных удобрений с замедленной растворимостью на основе торфа выдвинута и обоснована в 1930 г. российским торфохимиком профессором С. С. Драгуновым. В 30–60-х годах прошлого века для реализации данной идеи в СССР создавались простые смеси порошковых туков с органическими материалами (торф, перегной) и гранулированные формы. Однако простые смеси оказались недостаточно эффективными, а гранулированные не имели достаточной физической прочности для их перевозок [5].

Улучшенные формы комплексных гранулированных органоминеральных удобрений были получены лишь в конце 80-х годов прошлого столетия в Беларуси под руководством доктора технических наук А. В. Тишковича [6, 7], и был построен цех по их выпуску до 1–2 тысяч тонн КГУ в год. При активном содействии академика Т. Н. Кулаковской выполнена проверка их эффективности в разных почвенно-климатических зонах республики (около 150 опыто-лет с различными сельскохозяйственными культурами). Однако из-за несовершенства рецептур и технологических режимов, обуславливающих низкое качество гранул, высокую металлоёмкость, большие удельные затраты энергии, быстрый выход из строя технологических узлов [8], а также в связи с неспособностью оборудования к точному воспроизводству заданных рецептур и свойств КГУ в Беларуси в 1990-х годах их производство было прекращено. Тогда же была предложена и вторая технология получения гранулированных орга-

номинеральных удобрений методом прессования сухих торфо-минеральных смесей на торфобрикетном заводе, но из-за многих недостатков она не получила развития, работы были прекращены. Эффективность удобрений того поколения оказалась относительно не большой.

Несмотря на эти трудности и недостатки, идею С. С. Драгунова о создании органоминеральных удобрений с замедленной растворимостью следует признать плодотворной, потому что при введении натуральных органических веществ в стандартные минеральные удобрения, последующей грануляции и сушке создаётся возможность регулирования скорости перехода питательных и биологически активных веществ из гранул в почвенный раствор, формирования в микроразнообразии гранул благоприятной среды для стимулирования роста и развития растений и почвенной биоты [8, 9].

Использование уникальных свойств различных видов натуральных органических материалов (торф, сапропель, биогумус) позволило создать КГУ нового поколения, обладающих рядом преимуществ перед минеральными удобрениями: заданный и управляемый в необходимом диапазоне сбалансированный состав элементов питания; содержание природных стимуляторов роста растений; формирование полезных микробоценозов в корневой зоне растений; экологическая совместимость, снижение потерь питательных веществ по сравнению с минеральными удобрениями на 30–70 %, что минимизирует загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод химическими веществами; однократное внесение полной нормы КГУ в один приём в предпосевную обработку почвы либо локально при севе; КГУ не слеживаются при хранении, не пылят при внесении в почву, оказывают в 1,5–2,0 раза меньшее коррозионное действие на сельскохозяйственную технику; по сравнению с минеральными туками на 9–18 %, а в отдельных случаях до 25 % и более повышают урожайность (суммарно действие – последствие) возделываемых культур, особенно на песчаных и супесчаных почвах; они обладают пролонгированным высвобождением элементов питания, благодаря чему обеспечивают до 1,5 раза повышение коэффициента использования питательных веществ по сравнению со стандартными гранулированными минеральными удобрениями; имеют высокий эффект последствие, поэтому экономически выгодны; не способствуют накоплению нитратного азота в растениеводческой продукции, улучшают её качество.

Высвобождение питательных веществ из органоминеральных гранул в почвенный раствор происходит в разы и десятки раз медленнее по сравнению со стандартными комплексными минеральными удобрениями. Гранулы нового поколения КГУ постоянно обеспечивают растения питательными веществами независимо от погодных условий, снимают стрессы у растений, вызванные засухами, минимизируют непроизводительные потери азота и калия от избыточных осадков.

Ранее проведенными опытами доказано, что, благодаря медленной растворимости и пролонгированности действия данных удобрений, можно программировать их дозы, исключая дополнительные подкормки растений, так как они обеспечиваются должным питанием в течение всего периода вегетации. Это позволяет экономить значительные финансовые средства, горюче-смазочные материалы, уменьшить продолжительность работы и износ сельскохозяйственной техники, экономить рабочее

время, а также избежать разрушения структуры почвы и потерь урожаев на технологических колеях, поскольку надобность в последних отпадает. Современные органоминеральные удобрения позволяют лучше удовлетворять требования точного земледелия.

В течение последних трёх лет в Институте природопользования НАН Беларуси при активной поддержке Президиума НАН Беларуси, Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь разработана инновационная технология производства КГУ пролонгированного действия. На экспериментальной базе «Свислочь» изготовлена пилотная установка с производительностью (при 2-сменной работе) до 1000 т КГУ в год, содержащих 50–70 % минеральных удобрений белорусского производства и 30–50 % торфа в активизированной форме. Дозы внесения КГУ обеспечивают переход в почвенный раствор водорастворимых гуминовых веществ из активизированного торфа в оптимальных для растений концентрациях, стимулирующих их рост и развитие [10].

Суть инновационности пилотной установки состоит в том, что, в отличие от прежней технологической линии, созданной в 80-х годах прошлого столетия, в ней установлены современные высокоточные дозаторы с тензиметрами и электронным управлением, сушка гранул вместо прямого обогрева пламенем горелки, направляемым в барабанный окатыватель на прежней технологической линии, теперь сочетает ТЭН и СВЧ-модуль в режимах окатывания и сушки гранул. Впервые реализована возможность нагревания органоминеральных удобрений с использованием энергии сверхвысокочастотных электромагнитных волн и обеспечения оперативного управления режимами сушки гранул разных составов, что позволило в 2,4 раза снизить энергоёмкость процесса. Считаем, что это не предел: при введении дополнительного модуля инфракрасной или микроволновой сушки затраты энергии возможно снизить еще на 20–30 %.

При выполнении задания разработаны принципиально новые составы и более эффективные рецептуры приготовления органоминеральных удобрений взамен устаревших. Переход промышленности на производство аммонизированного суперфосфата обусловил необходимость пересмотра составов и рецептур производимых органоминеральных удобрений. Имеется ряд других новаций и оригинальных технических решений, обеспечивших снижение металлоёмкости и расширение возможностей созданной технологической линии.

В 2018–2019 гг. в Научно-практическом центре НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству проведены государственные регистрационные испытания четырех марок КГУ с овощными культурами (томат, перец сладкий, огурец, свекла столовая, морковь, капуста белокочанная, руководитель – доктор с.-х. наук М. Ф. Степура) и картофелем (руководитель – кандидат с.-х. наук Д. Д. Фицура). Согласно данным исследованиям, прибавки урожая указанных культур в открытом грунте варьировали от 11 до 20 % (в среднем 13,4 %) и достигали 14,5 т/га кабачка, 8,4 т/га капусты белокочанной, 6,6 т/га свеклы столовой по сравнению с эквивалентными дозами стандартных азотно-фосфорно-калийных минеральных удобрений. В теплицах прибавки составляли от 1 до 2 и более кг/м² перца сладкого, томата и огурца при существенном, на 4–5 пунктов, повышении товарности и

качества продукции соответственно. Окупаемость КГУ прибавками урожая овощей в рублях на рубль затрат составила: капуста – 2,8 руб.; кабачок – 1,7; свекла столовая – 2,6; огурец – 10,6; томат – 7,6 руб.

При возделывании картофеля на суглинистой почве прибавка урожая от КГУ по сравнению с эквивалентом минеральных удобрений составила 4,6 т/га. Это в 4 раза выше по сравнению с КГУ, производимыми в 80–90-х годах прошлого века, и объясняется лучшим качеством гранул нового поколения.

Заключение

Таким образом, новое поколение органоминеральных КГУ имеет более высокую агрономическую, экологическую, энергетическую и экономическую эффективность, чем стандартные комплексные минеральные удобрения отечественного производства. Необходимо расширение исследований эффективности нового поколения КГУ, прежде всего на такие высоко требовательные культуры, как сахарная свекла, кукуруза, зерновые, лен, рапс с углубленным анализом их экономической и экологической эффективности, а также расширения набора машин для внесения КГУ. Без активного участия научно-исследовательских институтов аграрного профиля эти задачи не решить.

Организация промышленного выпуска КГУ в Беларуси наиболее целесообразна в местах, приближенных к источникам органического сырья, каковыми могут быть торф, сапропель, биогумус. Соответственно этому, местами расположения промышленных цехов КГУ могут быть предприятия агросервиса, торфопредприятия, а также территории вблизи крупных животноводческих комплексов или птицефабрик как наиболее выгодные варианты размещения производства, где до минимума будут сокращены перевозки органического сырья к месту изготовления КГУ.

При должной организации взаимоотношений между производителями минеральных и органоминеральных удобрений АПК Беларуси можно получить достаточное количество высокоэффективных, конкурентоспособных и экологически безопасных КГУ пролонгированного действия для таких основных, наиболее требовательных культур, как овощные, картофель, сахарная свекла, кукуруза и другие.

Экологически безопасные удобрения особенно нужны для ведения земледелия в экологически напряженных зонах, например, в бассейне озера Нарочь, в поймах рек, прежде всего Припяти, в буферных зонах заповедников, на песчаных и супесчаных почвах Полесья, а также на землях с холмистым рельефом. Большие потребности в КГУ в российских регионах с промывным водным режимом почв и в странах Евросоюза. Медленно растворимые органоминеральные удобрения нужны в КНР, Вьетнаме, Индии и других странах, возделывающих рис. Востребованность высококачественных биологически активных КГУ несомненна, а для Республики Беларусь они могут стать предметом экспорта.

Анализ мировых тенденций развития земледелия показывает, что в XXI веке неизбежно будет происходить постепенная замена быстрорастворимых форм минеральных удобрений медленно растворимыми, в том числе органоминеральными, и во второй половине столетия удобрения с программированным высвобождением питательных веществ станут доминирующей формой.

Эпоха применения быстрорастворимых минеральных удобрений принесла человечеству много выгод и благ, но вместе с тем и ряд региональных проблем, предопределивших необходимость и неизбежность перехода от производимых сейчас минеральных удобрений к более совершенным формам с программированным высвобождением питательных веществ. Неизбежность такого перехода обусловлена и подготовлена всем ходом исторического развития агрономии, энергетики, экологии и экономики земледелия, а также увеличением населения нашей планеты.

Новое поколение КГУ, созданное в НАН Беларуси, соответствует требованиям, предъявляемым к удобрениям XXI века, что объясняет возрастающий интерес к ним со стороны иностранных производителей и агропредприятий. Журнал *Scientific American*, Всемирный экономический форум совместно с ведущими экспертами в области технологий определили топ-10 «лучших новейших технологий» 2019 г. В разделе 5 «Окружающая среда» констатируется, что «умные» удобрения, обеспечивающие почву и растения питанием по мере реальной необходимости, в состоянии радикально снизить уровень загрязнения окружающей среды, что также свидетельствует о возрастающих перспективах развития данного направления [12].

Созданное нами новое поколение органоминеральных КГУ пролонгированного действия не является единственным вариантом производства природосовместимых удобрений с элементами программирования. Вполне возможны и другие варианты, например, органоминеральные удобрения на основе лигнина [11], а также природных минеральных веществ (глин, бентонитов, цеолитов и др.). Не исключается возможность применения и синтетических экологически безопасных пролонгаторов растворимости питательных веществ, если таковые будут созданы. Главные требования к удобрениям ближайшего будущего – экологическая надежность, пролонгированность действия с элементами программирования, высокая агрономическая и экономическая эффективность.

Литература

1. Бамбалов, Н. Н. Неизбежность замены минеральных удобрений органоминеральными / Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. – Минск, 2019. – С. 18–19.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: [Статистический сборник]. – Минск, 2018. – С. 43–48.
3. Влияние осушительных мелиораций на химический состав вод р. Припяти и её притоков / И. И. Лиштван [и др.] // Проблемы Полесья. – Вып. 8. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 128–134.
4. Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2007–2010) / И. М. Богдевич [и др.] – Минск: Институт почвоведения и агрохимии. – 2012. – 276 с.
5. Авдонин, Н. С. Гранулированные удобрения / Н. С. Авдонин. – М., 1952. – 532 с.
7. Технология приготовления органоминеральных гранулированных удобрений (Информ. листок № 115–1991) / А. В. Тишкович [и др.]; БелНИИТИ и ТЭИ Госплана БССР. – Минск, 1991. – 8 с.
8. Вирысов, Г. П. Комплексные гранулированные удобрения на основе торфа / Г. П. Вирысов. – Минск, 1988. – 160 с.
9. Соколов, Г. А. Агроэкологические и энергетические преимущества производства и использования комплексных гранулированных удобрений на основе торфа / Г. А. Соколов, Н. С. Гаврильчик // Актуальные научно-технич. и экологич. проблемы сохранения среды обитания: (сб. науч. статей): ма-

териалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 23–25 апреля 2014 г. – Ч. 1. – Брест, 2014. – С. 49–53.

10. Сосновская, Н. Е. Активизация гуминовых веществ в процессе получения комплексных органоминеральных гранулированных удобрений / Н. Е. Сосновская, Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Повышение плодородия почв и применение

удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. – Минск, 2019. – С. 107–108.

11. Мельников, Л. Ф. Органоминеральные удобрения – залог экологической и продовольственной безопасности / Л. Ф. Мельников. – 2013. – 536 с.

УДК 633.12:631.8

Эффективность использования минеральных удобрений при возделывании детерминантной диплоидной гречихи на примере сорта Лакнея

Т. А. Анохина, доктор с.-х. наук

Институт льна

И. В. Полховская, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 13.05.2020 г.)

В статье приведены данные по динамике урожайности и площади посева гречихи в Беларуси за последние восемь лет, соотношение площадей, занимаемых детерминантными и индетерминантными сортами. На примере диплоидного сорта Лакнея показана отзывчивость растений гречихи детерминантного морфотипа на применение минеральных удобрений.

Введение

В настоящее время сорт является одним из основных факторов повышения уровня урожая. С ростом урожайности возрастает значение сорта как одного из самых доступных средств увеличения валовых сборов формируемой продукции культуры. Это обусловлено тем, что сорт является биологическим фундаментом технологии возделывания любой культуры, обеспечивая реализацию достижений научно-технического прогресса в земледелии. Как правило, основным условием стимулирования расширения объемов возделывания культуры является снижение ее себестоимости, что увеличивает спрос на данную продукцию.

Благодаря селекции колосовых культур, их урожайность достигает 100 ц/га и выше [1, 2]. Однако гречиха, в силу своих биологических особенностей и недостаточной селекционной проработки, значительно уступает другим зерновым культурам по величине урожайности, а в результате этого и по объемам ее внедрения как у нас в Республике Беларусь (рисунок 1), так и за ее пределами [3]. Поэтому основным направлением селекции гречихи остается повышение урожайности зерна и снижение его себестоимости.

Селекционная работа способствовала созданию ограниченно растущих детерминантных сортов как на диплоидном, так и на тетра-

The article presents data on the dynamics of yield and area of buckwheat sowing in Belarus over the past eight years, the ratio of areas occupied by determinant and indeterminate varieties. The responsiveness of buckwheat plants of the determinant morphotype to the use of mineral fertilizers is shown on the example of a diploid variety of Lacnea.

плоидном уровне. Это привело к тому, что в настоящее время в республике из 13 сортов, рекомендованных к возделыванию в республике, 9 – это детерминантные сорта, которые занимают 85,1 % площади посева. Учитывая, что оригинальное семеноводство культуры проводится только в НПЦ НАН Беларуси по земледелию, поскольку он является их оригинатором, то можно ожидать еще большее увеличение площадей, засеваемых детерминантными сортами. Перспективы возделывания детерминантных сортов в производственных условиях выше по сравнению с индетерминантными, что повышает экономическую заинтересованность в их изучении.

Главным отличием сортов детерминантного морфотипа от традиционного является отсутствие щитковидных соцветий на верхушке стебля и ветвях (рисунок 2). У индетерминантного растения (а) верхушечное соцветие

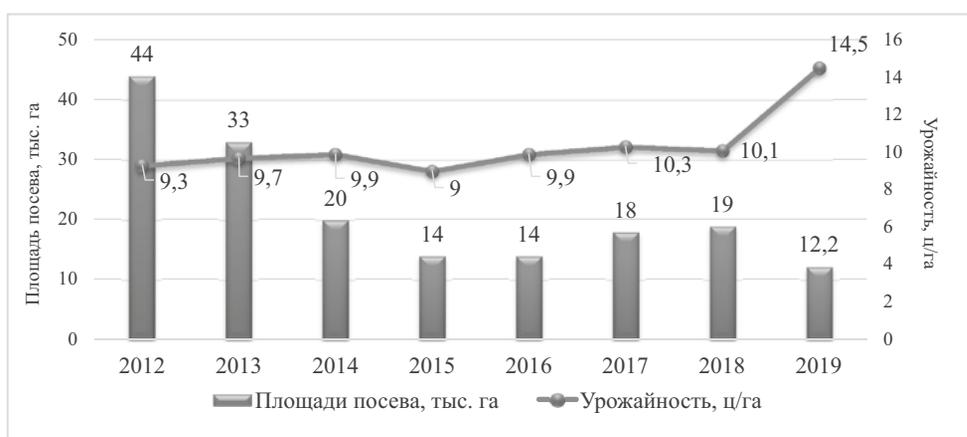


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей и урожайности плодов гречихи в Республике Беларусь