

АГРАРЛЫҚ ТЕХНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 631.82; 631.171
МРНТИ 68.85.35

DOI 10.52578/2305-9397-2024-3-2-170-180

Нукешев С.О., доктор технических наук, профессор, академик АСХН РК, член-корреспондент НАН РК, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-3525-6228>

НАО «Национальный аграрный научно-образовательный центр», г.Астана, Казахстан, snukeshev@mail.ru,

Рамазанова Р.Х., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2059-709C>

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им.У.Успанова», г. Алматы, Казахстан, raushasoil88@mail.ru,

Есхожин Д.З., доктор технических наук, профессор, академик АСХН РК, <https://orcid.org/0000-0001-9681-6634>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», г.Астана, Казахстан, deshojin@mail.kz

Ахметов Е.С., кандидат технических наук, <https://orcid.org/0000-0001-5990-6227>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», г.Астана, Казахстан, ErzhanAS_75@mail.ru

Романюк Н.Н., кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-1580-9147>

Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск, Республика Беларусь, roma-nyuk-nik@tut.by,

Шежау К., PhD докторант, <https://orcid.org/0000-0001-6570-8382>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина», г.Астана, Республика Казахстан, kadylet.2011@mail.ru

Nukeshev S.O., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0003-3525-6228>

NAO «National Agrarian Scientific and Educational Center», Astana, Kazakhstan, snukeshev@mail.ru,

Ramazanova R.H., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2059-709C>

LLP «Kazakh Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.Uspanova», Kazakhstan, Almaty, raushasoil88@mail.ru,

Yeskhozhin D.Z., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-9681-6634>

NJSC «Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin», Kazakhstan, Astana, deshojin@mail.kz

Akhmetov E.S., Candidate of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-5990-6227>

NJSC «Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin», Kazakhstan, Astana, ErzhanAS_75@mail.ru

Romanyuk N.N., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-1580-9147>

Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus, Minsk, roma-nyuk-nik@tut.by

Shezhau K., PhD doctoral student, <https://orcid.org/0000-0001-6570-8382>

NJSC «Kazakh Agrotechnical Research University named after S.Seifullin», Republic of Kazakhstan, Astana, kadylet.2011@mail.ru

**ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ЯРУСНОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ
SUBSTANTIATION OF THE DESIGN AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE
TECHNICAL MEANS FOR THE LONGLINE APPLICATION OF MINERAL
FERTILIZERS**

Аннотация

Интенсивно-экстенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур привели к истощению плодородия пахотных угодий. В результате снижается продуктивность зерна, которую возможно увеличить на основе повышения плодородия почв за счет применения минеральных удобрений. При этом необходимо учитывать пестроту плодородия почвы, как пространственную, так и по глубине залегания. В статье дано обоснование разноглубинному послойному внесению минеральных удобрений для дальнейшей разработки конструктивного решения по созданию машины для реализации соответствующей задачи.

Необходимость в разработке соответствующей с/х техники по внесению удобрений обосновывается тем, что основная масса корневой системы пшеницы формируется поэтапно на различной глубине и располагается в слое почвы от 6 до 24 см, а также отсутствием миграционной способности по профилю доступного для питания растений фосфора, как почвы, так и удобрений. Предлагаемая конструкция рабочего органа ярусного глубокорыхлителя-удобрителя обеспечивает размещение удобрений от 8...11 см от поверхности почвы и до глубины 23...25 см при ширине прерывистой ленты по наклону 25...29 см.

Предложенная конструктивно-технологическая схема технического средства обеспечивает регулирование глубины внесения удобрений независимо от общей глубины обработки, что позволит ее применение для любых почвенно-климатических зон мира с различными гумусными горизонтами.

ANNOTATION

Intensive-extensive crop cultivation technologies have led to the depletion of arable land fertility. As a result, the productivity of grain decreases, which can be increased by increasing soil fertility through the use of mineral fertilizers. It is necessary to take into account the diversity of soil fertility, both spatially and by depth of occurrence. The article gives substantiation of different-depth layer-by-layer application of mineral fertilizers for further development of a constructive decision on creation of a machine for realization of the corresponding task.

The necessity in development of appropriate agricultural machinery for fertilizer application is substantiated by the fact that the main mass of wheat root system is formed in stages at different depths and is located in the soil layer from 6 to 24 cm, as well as by the lack of migratory ability on the profile of phosphorus available for plant nutrition, both soil and fertilizers.

The proposed design of the working body of the tiered deep loosener-fertilizer provides placement of fertilizers from 8...11 cm from the soil surface and to a depth of 23...25 cm at the width of the interrupted belt on the slope of 25...29 cm. The proposed design and technological scheme of the technical means provides regulation of the depth of fertilizer application regardless of the total depth of cultivation, which will allow its application for any soil-climatic zones of the world with different humus horizons.

***Ключевые слова:** почва, минеральные удобрения, фосфорные удобрения, корневая система, зерновые культуры, внутривспашечное внесение, ярусное внесение.*

Введение. Продовольственная безопасность и социальная стабильность страны, как указано в Программе устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан, напрямую зависят от роста его конкурентоспособности и определяется совершенствованием имеющихся технических, экономических и организационных условий

создания производства и сбыта продукции высокого качества, удовлетворяющей требованиям конкретного потребителя. При этом основной упор делается на производство зерновых культур – основного сегмента отрасли растениеводства [1]. Нарращивание производства зерновых, а также и других не менее важных стратегических культур, представляет основу формирования экспортного потенциала и источников валютных поступлений и в первую очередь, оно связано с качеством почвы, ее плодородием, поскольку почва – это основа всего сельскохозяйственного производства.

В земельном фонде Республики Казахстан пашня является наиболее ценным видом сельскохозяйственных угодий. В общей площади сельскохозяйственных угодий пашня составляет 25,3 млн. га или 11,7 %, в том числе орошаемая 1,5 млн га. Наиболее крупные массивы пашни сосредоточены в Костанайской (6,1 млн га), Акмолинской (6,0 млн га) и Северо-Казахстанской (4,9 млн га) областях, что составляет 66,8 % пашни республики [2]. Именно эти регионы являются основными производителями казахстанского зерна, поставляемого на внутренний и внешний рынки. Большая часть зерносеющих территорий Центрального и Северного Казахстана относятся к регионам рискованного земледелия, с существенным дефицитом влаги. В связи с этим, в последнее время заметно усилились процессы деградации почвы, снижается ее плодородие, уменьшается содержание в ней гумуса. Исследованиями ученых установлены изменения содержания гумуса в основных типах почв Казахстана и снижения потенциального плодородия почв. Потери гумуса после освоения целинных и залежных земель составили 40 % от исходного его содержания, в том числе гидролизуемого азота на 45-48 %, а в условиях орошения - до 57 %. Ежегодные потери гумуса в земледелии Казахстана составляют 0,5-1,4 т/га [3].

А плодородие почвы, как известно, оказывает непосредственное влияние на качество зерна – содержание клейковины и белка. Так, по данным Казахского НИИ земледелия и растениеводства за период с 1986 по 2000 годы содержание клейковины в зерне снизилось с 30 до 22%, или на 13,6 процента [4]. В современной земледелии республики в последние годы введено в производство много новых, отечественных высокоурожайных сортов зерновых культур и они очень требовательны к условиям минерального питания и плодородию почв, дефицит которых не позволяет им в полной мере реализовать генетический потенциал продуктивности.

К факторам, которые оказали влияние на снижение плодородия почвы, с уверенностью можно отнести несоблюдение агротехнических технологий в части нарушения научно-обоснованных севооборотов и снижением, а в отдельных случаях, исключением применения удобрений.

В последние два с половиной десятилетия сельскохозяйственные угодья в Казахстане использовались интенсивно по экстенсивным технологиям, с нарушением одного из пяти законов земледелия – закона возврата питательных веществ, сформулированного Ю.Либихом еще в 1840 году [5]. В настоящее время эта проблема актуальна как никогда.

По данным ГУ «Республиканский научно-методический центр агрохимической службы» в 2021 году доля пахотных почв с низким содержанием гумуса составила в среднем 62,5%, в т.ч. на орошаемой пашне 96,7%, по содержанию легкогидролизуемого азота 57,4% площади пашни низко обеспечена, в т.ч. 98,7% на орошении. Аналогичная картина и по содержанию подвижного фосфора – 66,7%, в т.ч. богарные земли 69,8%. По подсчетам ученых, для получения гарантированных урожаев с/х культур на основе создания положительного баланса питательных элементов и повышения плодородия почв, в стране необходимо ежегодно вносить на поля около 600 тысяч тонн минеральных удобрений в действующем веществе. А для повышения плодородия почвы – один миллион тонн удобрений в год [6]. Также по данным акиматов областей республики в 2021 году количество внесенных туков составило 626,5 тыс. тонн или 24% от научно обоснованной потребности, что больше на 154, 6 тонны в сравнении с 2018 г., то есть уже сейчас наблюдается положительная динамика. Из областей, которые ежегодно наращивают объемы применения удобрений выделяются Северо-Казахстанская и

Қызылординская области, которые покрывают потребность на 26 и 86% соответственно [7]. Поэтому потребность Казахстана в использовании агрохимикатов высокая.

Материалы и методы. Проведен анализ и обобщение материалов и литературных данных по разноглубинному послойному внесению минеральных удобрений в различных природно-климатических зонах. Проведены математические и инженерные расчеты для дальнейшей разработки конструктивного решения по созданию машины по разноглубинному послойному внесению минеральных удобрений с использованием современной компьютерной техники.

В работе использован метод системного анализа исследуемых технологических процессов с включением оптимального планирования эксперимента, глубокого изучения технологии и рабочих процессов машин в сочетании с методами моделирования.

Результаты исследований и их обсуждение. В современных интенсивных технологиях, которые предусматривают нулевую и минимальную обработки и снижают воздействие на плотность почвы, существуют определенные затруднения с внесением минеральных и органических удобрений. В этих технологиях оно проводится разбросным способом на поверхность почвы, без соответствующей заделки на необходимую глубину. Это в свою очередь, не только не способствует повышению и поддержанию плодородия, но и приводит к большому расходу удобрений, снижает эффективность производства и несет отрицательную экологическую нагрузку на агроценозы и экосистему в целом.

Основным поставщиком органического вещества в почву являются органические удобрения – навоз, компосты, биогумус и др. Но в республике уровень их применения очень низкий. По данным РНМЦАС в 2016 году ежегодно вносилось всего 60-80 тыс. тонн органических удобрений, преимущественно под овощные культуры и картофель в поливном земледелии, и доля площадей, обработанных органическими удобрениями от общей посевной площади сельскохозяйственных культур, составляет не более 0,5% [8]. Их применение в республике, ограничивается рядом факторов. Один из них – очень большая площадь пашни в зерновом регионе, которая охватывает площадь более 20 млн га. На данном этапе основным приемом повышения плодородия почв сельскохозяйственных угодий является пополнение запасов питательных веществ почвы за счет внесения минеральных удобрений.

Из химических элементов наиболее важными для питания растений являются азот, фосфор и калий. Почвенный азот представлен как минеральными формами, так и азотом органических соединений. Ввиду более высокого, в сравнении с малогумусными почвами, содержания гумуса, а также за счет парования полей и других факторов, почвы зерносеющих регионов имеют запасной резерв в обеспечении оптимального азотного режима для питания растений. Поэтому азотный режим почв можно регулировать различными технологическими способами. [9]. Для черноземных и каштановых почв региона элементом, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур и находящимся в дефиците, является фосфор. При этом восполнение запасов доступного фосфора возможно лишь на основе применения фосфорных минеральных удобрений [10, 11].

Потребность растений в доступном калие покрывается за счет того, что обеспеченность почв республики этим элементом находится на уровне от повышенной до очень высокой и калийные удобрения при таком уровне обеспеченности не столь эффективны.

Из изложенного следует, что повышение продуктивности зерновых культур в условиях черноземов, каштановых и темно-каштановых почв возможно путем оптимизации фосфатного режима почв за счет фосфорных удобрений. По данным экономического комитета Организации Объединенных Наций применение удобрений связано с существенными материальными и энергетическими затратами. Из всех энергетических затрат, расходуемых на производство зерна, на внесение удобрений в развитых странах приходится 35-50%, а в развивающихся странах эти расходы примерно вдвое больше – до 70% [12].

Поэтому необходимо изыскивать такие технологии, которые позволят снизить затраты с внесением минеральных удобрений. По данным результатов ряда исследований, повышение продуктивной способности почвы и, соответственно, сельскохозяйственных культур,

предпосевную обработку почвы или посев семян экономически и технологически целесообразно проводить, совмещая с внутрипочвенным внесением основной или стартовой дозы минеральных удобрений [13]. В этом случае за счет наличия запасов влаги в почве повышается эффективность использования питательных веществ корнями растений, улучшение питательного режима повышает засухоустойчивость растений, отсутствует необходимость дополнительной подкормки растений, что в засушливых условиях не всегда эффективно, снижается экологическая нагрузка на окружающую среду [14-16]. Также при внутрипочвенном внесении туков водопотребление растений на единицу продукции снижается до 15% [17]. В связи с этим внутрипочвенное внесение туков следует считать основным технологическим приемом в стабилизации производства зерна в засушливых и полузасушливых условиях Северного и Центрального Казахстана.

Установленным является тот факт, что в современном земледелии Казахстана используется уравнивательный подход, при котором агротехническое воздействие на систему «почва – растение» производится на основе усредненных показателей по содержанию гумуса и питательных веществ в почве, запасам влаги, засоренности посевов и других. Применительно к системе применения удобрений, рядом исследований доказано, что при внесении усредненной дозы на все поле с высокими показателями распределения, их окупаемость оставалась на низком уровне. Это следствие того, что, получая одну и ту же дозу питательных веществ, плодородные участки становятся более плодородными, а менее плодородные – регулярно истощаются. При имеющейся пестроте плодородия почвы точно рассчитанная доза удобрения вносится только по тем элементарным участкам, где это необходимо [18-20].

Исследованиями установлено, что пестрота показателей плодородия почвы наблюдается не только пространственно, по площади, она разнообразна и по глубине залегания. Доказанная малоподвижность фосфорных соединений в почве позволила сделать вывод, что за вегетативный период пространственная миграция элемента не превышает 1,0 см. За 75 лет при регулярном внесении фосфорных удобрений на определенном участке повышения уровня его содержания в нижележащем, иллювиальном горизонте не произошло [21]. То есть, фосфорное удобрение остается на той глубине, на которую его внесли в течение длительного времени и поэтому при несоблюдении соответствующей глубины внесения может быть недоступным корневым системам растений. По этой же причине, совершенно неэффективным является поверхностное разбросное внесение фосфорных удобрений.

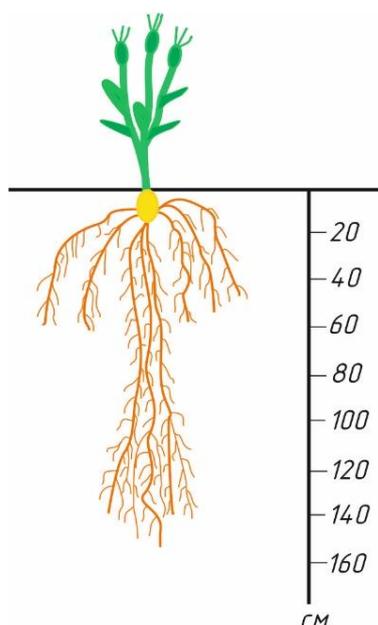


Рисунок 1 – Корневая система пшеницы степных сортов [22].

Корневая система пшеницы степных сортов формирует первичную и вторичную корневые системы. Первичная корневая система – зародышевые и колеоптильные корни, вторичная – узловые корни. Развитие зародышевых и колеоптильных корней зависит от условий увлажнения на глубине заделки семян и начинается от зародыша семени до кущения, провисает прямо вниз и от корешка по сторонам, как крылья (рисунок 1). Ежедневный прирост корней пшеницы составляет не менее 2 см, глубина проникновения зародышевых корней в почву может достигать 200 см. Узловые корни начинают свое развитие с наступлением фазы кущения, количество которых может составлять до 15-20 при благоприятных условиях. В условиях недостаточной увлажненности почвы в пахотном горизонте располагается до 40% всей массы корневой системы, остальная часть располагается на глубине 50-60 см, поскольку узловые корни в таких условиях не развиваются и редко проникают глубже.

Но в засушливых районах значительная роль отводится зародышевым корням. В период налива зерна, когда почва в верхних слоях изучена именно первичная корневая система извлекает влагу и питательные вещества из более глубоких горизонтов. Но в целом, поглощающая способность корней особо усиливается при их соприкосновении с частицами почвы и внесенными гранулами удобрения [23]. В этой связи целью наших исследований было дать обоснование разрабатываемым технологическим схемам послойного внесения минеральных удобрений под зерновые культуры в засушливых и полузасушливых условиях Северного Казахстана для конструктивной разработки глубокорыхлителя удобрения.

Учитывая отсутствие пространственной миграции доступных для питания растений форм фосфора и приведенные выше особенности развития корневой системы степных сортов пшеницы нами было сделано предположение, что фосфорные удобрения необходимо вносить внутрипочвенно и на различную глубину в два или три слоя. Первый слой при припосевном внесении удобрений должен быть на глубине 6-8 см от поверхности почвы с учетом глубины размещения семян 5-7 см, для обеспечения интенсивного развития корневой системы. Для стимулирования прорастания узловых корней, второй слой удобрения должен располагаться на глубине 12 – 16 см. Третий слой удобрения должен способствовать дальнейшему проникновению зародышевых корней вглубь почвенных горизонтов для обеспечения растений элементами питания в периоды их интенсивного потребления во второй период вегетации, поэтому располагаются на глубине 18 – 24 см. На рисунке 2 показано трехслойное ярусное внесение минеральных удобрений в почву, вид слева. Вид сзади на корпус показана на виде А.

Для оптимального питания корней растения, удобрения должны располагаться лентами шириной 8 – 12 см или 16 – 18 см, в зависимости от глубины заделки. При таком послойном внесении, удобрения, внесенные в первый слой, расположенные на глубине 6 - 8 см, оказывают положительное влияние на развитие корневой системы на начальном этапе развития растений, что способствует быстрым и дружным всходам.

При дальнейшем развитии, через 10-14 дней корни достигают второго слоя, 12 – 16 см, где размещенные на этой глубине удобрения обеспечивают растения питательными веществами, тем самым стимулируют развитие узловых корней.

Дальнейшее развитие растений в течение вегетационного периода требует дополнительных затрат элементов питания на формирование урожая. В этот период в зерносеющих регионах Казахстана часто проявляются летние засухи, которые совпадают с периодом развития растений, ответственным за получение гарантированных урожаев. В этот период ожидаем стимулирующий эффект от внесения удобрений на глубину 18-24 см.

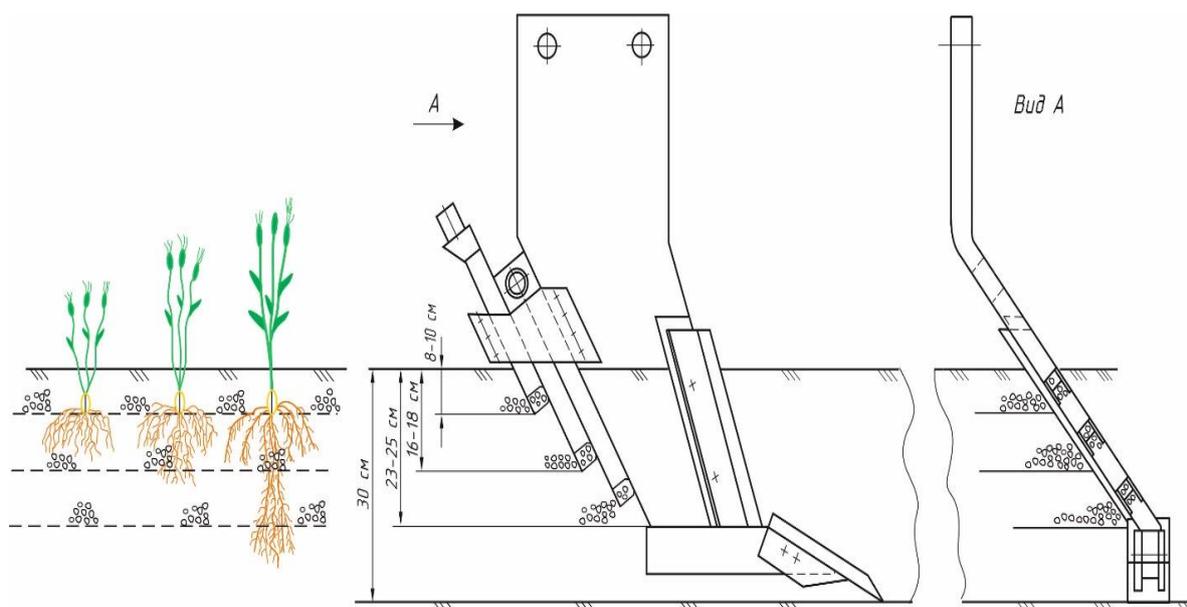


Рисунок 2 – Технологическая схема ярусного внесения минеральных удобрений в почву

Можно предполагать, что практическое исполнение машины для трехслойного внесения минеральных удобрений может оказаться технически трудно исполнимым – затратным, энергоемким и металлоемким. Поэтому, приведенную технологию можно принять за обобщенную и её можно рекомендовать для всех типов почвенно-климатических условий по всему Казахстану, где развито зерновое производство. С учетом конкретных условий, таких как уровень влагообеспеченности, мощность гумусового горизонта, плотность почвы, содержание фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах и др. можно рекомендовать ярусное внесение минеральных удобрений.

При этой технологии первый слой должен располагаться на глубине 8 – 10 см, второй слой на глубине 16 – 18 см, третий слой на глубине 23 – 25 см. При прорастании первичной корневой системы за счет питательных запасов семени, её дальнейшее развитие обеспечивают минеральные удобрения первого слоя, тем самым стимулируя образование узловых корней и дружное появление всходов. Далее, зародышевые корни, получив питание из первого слоя удобрений, продвигаются вглубь слоя почвы. Внесенные на глубине 16-22 см удобрения, обеспечивают сформировавшуюся корневую систему элементами питания позволяя ей использовать также и запасы влаги, находящиеся в нижних горизонтах почвы.

Надо отметить, что по данным Самофаловой И.А., на черноземах южных в условиях Северо-Кулундинской степи Западной Сибири, схожих с условиями Северного Казахстана с характерной майско-июньской засухой, эффективность глубины внесения фосфорных удобрений варьировала в зависимости от условий увлажнения. И в годы с недостаточным увлажнением установлен отрицательный эффект от локализации удобрения на глубину 8-10 см, тогда как стабильный экономический эффект независимо от условий года и влагообеспеченности был получен при внесении суперфосфата в дозе 60 кг д.в./га с заделкой на глубину 25-27 см [24].

В Казахстане подобные исследования эффективности послойного ярусного внутрипочвенного внесения фосфорных удобрений не проводились, рабочие органы не испытывались. Поэтому следующим этапом целевой работы могут быть конструктивные разработки машины для их исполнения. Учитывая пожелания и предложения руководителей и специалистов хозяйств зерновых регионов Казахстана - Акмолинской, Карагандинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей и ожидаемый спрос мировых производителей зерновых культур можно выделить следующие основные направления технологических и технических решений:

- рабочий орган глубокорыхлителя-удобрителя должен вносить удобрения ярусно дифференцированно, на разную глубину;
- должен обеспечить глубокое рыхление почвы;
- должен работать автономно или иметь возможность агрегатирования с бункерами посевных комплексов (с системой дифференциации доз удобрений);
- в случае автономного использования должен иметь интеллектуальную систему дифференциации доз удобрений.

Для выполнения основных условий эффективного использования фосфорных удобрений необходимо разработать конструктивно-технологическую схему глубокорыхлителя-удобрителя, обеспечивающего:

- 1) ярусное внесение основных доз минеральных удобрений и глубокое рыхление, для этого рабочий орган должен быть наклонным;
- 2) регулирование глубины внесения удобрений независимо от общей глубины обработки;
- 3) дифференциацию доз внесения удобрений за счет собственной высевающей системы с системой контроля и управления.

Предлагаемая конструкция рабочего органа ярусного глубокорыхлителя-удобрителя обеспечивает размещение удобрений от 8...11 см от поверхности почвы и до глубины 23...25 см при ширине прерывистой ленты по наклону 25...29 см (рисунок 3).

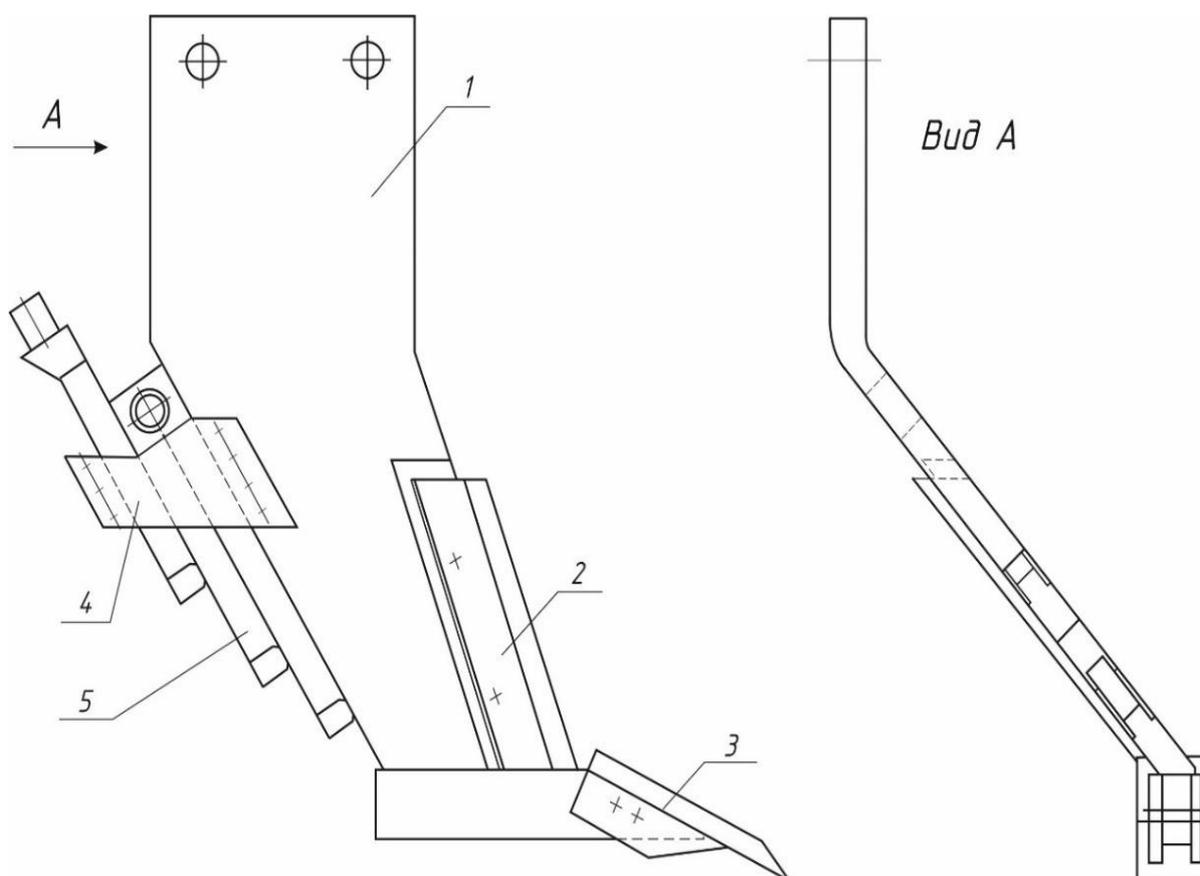


Рисунок 3 – Рабочий орган экспериментального ярусного глубокорыхлителя-удобрителя

Стойка 1 рабочего органа состоит из двух частей – верхней, несущей и нижней, наклонной. Угол наклона рабочей части по отношению к несущей принимается в пределах 40-45°. В зависимости от физико-механических свойств региональной почвы, он должен быть в пределах ее угла скалывания. К наклонной части стойки прикрепляются два долота – режущие 2 и скалывающие 3. Сзади, по следу, с помощью кронштейна 4 прикрепляются три тукоприемника 5. Они также устанавливаются друг за другом, вслед. Причем их выходные окна размещаются на высоте 7,0; 14,0; 21,0 см от подошвы скалывающего долота и их можно регулировать по высоте.

На раме орудия устанавливаются два бункера для минеральных удобрений с общей емкостью 2,8 м³, 2439 кг, с дозирующими устройствами и 12...18 рабочими органами. Общая ширина захвата 4,6 м. Угол наклона стоек 40-45°. Расстояние между стойками – 400 мм. Дневная выработка может составить 30-50 га.

Выводы. Таким образом, технологические схемы ярусного внесения минеральных удобрений обоснованы с точки зрения потребности растений и физиологии развития корневой системы и растения в целом.

Предложенная конструктивно-технологическая схема технического средства обеспечивает регулирование глубины внесения удобрений независимо от общей глубины обработки, что позволит ее применение для любых почвенно-климатических зон с различными гумусными горизонтами.

Оснащение технического средства системой дифференциации доз внесения удобрений за счет собственного высевающего механизма, осуществляющего контроль и управление дозами вносимых удобрений, позволит снизить агрохимическую нагрузку на окружающую среду.

Благодарность. Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19674514). Авторы выражают благодарность профессору Есхожину К.Д. за содействие в проведении исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013 – 2020 годы «Агробизнес – 2020». [Текст] / Постановление правительства РК №151 от 18.02.2013 г.
- 2 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2018 год [Текст] // Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Комитет по управлению земельными ресурсами. Астана, 2019 - С. 275
- 3 Сапаров, А.С., Сулейменов, Б.У. Современное состояние почвенного покрова Республики Казахстан и пути повышения плодородия почв [Текст] / А.С. Сапаров, Б.У. Сулейменов // Агрохимическое обслуживание сельского хозяйства: теория, практика и инновации. Сборник научных трудов. - п. Научный: ГУ «РНМЦАС», 2014. - С. 82-87
- 4 Власенко, Н.Г., Слободчиков А.А. Влияние фитосанитарных средств на содержание белка и клейковины в зерне среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы [Текст] / Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. - №4. - С. 37-44.
- 5 Кошель, П. Минеральное питание растений и почва [Текст] / П. Кошель // | «Биология» № 17/18 - 2003 – электронный ресурс <https://bio.1sept.ru/article.php?ID=200301908>.
- 6 Как в Казахстане будут повышать плодородие сельхозполей[Текст] // (eldala.kz)
- 7 Итоги развития сферы сельского хозяйства за 2021 год и планы на предстоящий период - Официальный информационный ресурс Премьер-Министра Республики Казахстан (primeminister.kz)
- 8 Как задобрить землю (agroinfo.kz)
- 9 Завалин, А.А., Соколов О.А. Азот в агросистеме на черноземных почвах. [Текст] / А.А. Завалин, О.А. Соколов // – М.: РАН, 2018 – 180 с.
- 10 Дж. Джонстон, П. Эффективное использование фосфорных удобрений в земледелии [Текст] / Дж. Джонстон// Питание растений. – 2015. - №2. – С.8-11.
- 11 The Efficient Use of Phosphorus in Agricultural Soils The Fertilizer Association of Ireland in association with Teagasc Technical Bulletin Series [Tekst] – 2019. – No. 4. – 48 p.
- 12 Better Crops with plant food [Tekst] / a publication of the international plant nutrition institute (ipni). 2019. - No 1. - P.13-17.
- 13 Pahalvi, H.N.; Rafiya, L.; Rashid, S.; Nisar, B.; Kamili, A.N. Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. In *Microbiota and Biofertilizers*; Dar, G.H., Bhat, R.A., Mehmood, M.A., Hakeem, K.R., Eds.; [Tekst] / H.N. Pahalvi, // Springer: Cham, Switzerland, 2021; Volume 2, pp. 1–20
- 14 Семененко, С.Я . Внутрипочвенное внесение удобрений и мелиорантов [Текст] / С.Я Семененко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. - № 2 (46). – С.233-239.
- 15 Байбулатов, Т.С. Эффективность внутрипочвенного внесения удобрений совместно с культивацией картофеля [Текст] / Т.С. Байбулатов // Проблемы развития АПК региона. – 2023. - №1 (53). – С. 20-26 DOI: 10.52671/20790996_2023_1_20
- 16 Новохатский, В.М. Повышение качества внутрипочвенного внесения твердых минеральных удобрений при основной безотвальной обработке почвы путем совершенствования устройства [Текст] / В.М. Новохатский // автореф. дисс. на соискание учёной степени кандидата технических наук/ В.М. Новохатский. – Волгоград, 2009
- 17 Филонов, В. М. Роль удобрений в интенсификации земледелия [Текст] / М.Филонов, В // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах. - Сб. докладов межд. науч.-практ. конф. посв. 50-летию РГП «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева», МСХ РК. – Шортанды, 2006. – С. 257 – 264.
- 18 Нукешев С. О. Механизация дифференцированного внесения минеральных удобрений. [Текст] / С. О. Нукешев // – Астана, 2010. – 192 с.
- 19 Медведев, И. Ф., Губарев Д.И., Деревягин С. С., Сиренко Ф. В. Эффективность применения минеральных удобрений и средств химизации под зерновые культуры в условиях

точного земледелия [Текст] / И. Ф. Медведев // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. - № 1. – С. 28-31

20 Боровкова А.С. Дифференцированное внесение минеральных удобрений в условиях лесостепи Самарской области [Текст] / А.С Боровкова. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. - №4. – С.56-61.

21 Шеуджен А. Х., Агрохимия Часть 3. Экспериментальная агрохимия//Краснодар – 2016. № 3. - С.572-587

22 Все о технологии хлебопродуктов. "Формирование корневой системы яровой пшеницы" 12.07.2015 -[Текст] / URL: <http://hlebo-produkt.ru/yarovaya-pshenica/917-formirovanie-kornevoy-sistemy-yarovooy-pshenicy.html> (дата обращения: 01.02.2018).

23 Медведев И.Ф. Динамика развития корневой системы яровой пшеницы в условиях активного проявления засух и различной обеспеченности элементами питания растений [Текст] / И.Ф. Медведев // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №8. – С.6-10

24 Самофалова И.А. Эффективность приемов внесения фосфорных удобрений под яровую пшеницу в зависимости от погодных условий в Северо-Кулундинской степи Западной Сибири -[Текст] / И.А. Самофалова // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс. – 2013. – №4. - С.82-86

REFERENCES

1 Programma po razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa v Respublike Kazahstan na 2013 – 2020 godu «Agrobiznes – 2020». [Tekst] / Postanovlenie pravitel'stva RK №151 ot 18.02.2013 g.

2 Svodnyj analiticheskiy otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2018 god [Tekst] // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan, Komitet po upravleniyu zemel'nymi resursami. Astana, 2019 - S. 275

3 Saparov, A.S., Sulejmenov, B.U. Sovremennoe sostoyanie pochvennogo pokrova Respubliki Kazahstan i puti povysheniya plodorodiya pochv [Tekst] / A.S. Saparov, B.U. Sulejmenov // Agrohimicheskoe obsluzhivanie sel'skogo hozyajstva: teoriya, praktika i innovacii. Sbornik nauchnyh trudov. - p. Nauchnyj: GU «RNMCAS», 2014. - S. 82-87

4 Vlasenko, N.G., Slobodchikov A.A. Vliyanie fitosanitarnyh sredstv na sodержание belka i klejkoviny v zerne srednerannih i srednespeylyh sortov yarovoj pshenicy [Tekst] / N.G. Vlasenko, A.A. Slobodchikov // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2010. - №4. - S. 37-44.

5 Koshel', P. Mineral'noe pitanie rastenij i pochva [Tekst] / P. Koshel' // | «Biologiya» № 17/18 - 2003 – elektronnyj resurs <https://bio.1sept.ru/article.php?ID=200301908>.

6 Kak v Kazahstane budut povyshat' plodorodie sel'hozpolej[Tekst] // (eldala.kz)

7 Itogi razvitiya sfery sel'skogo hozyajstva za 2021 god i plany na predstoyashchij period - Oficial'nyj informacionnyj resurs Prem'er-Ministra Respubliki Kazahstan (primeminister.kz)

8 Kak zadobrit' zemlyu (agroinfo.kz)

9 Zavalin, A.A., Sokolov O.A. Azot v agrosisteme na chernozemnyh pochvah. [Tekst] / A.A. Zavalin, O.A. Sokolov // – M.: RAN, 2018 – 180 s.

10 Dzh. Dzhonston, P. Effektivnoe ispol'zovanie fosfornyh udobrenij v zemledelii [Tekst] / Dzh. Dzhonston// Pitanie rastenij. – 2015. - №2. – S.8-11.

11 The Efficient Use of Phosphorus in Agricultural Soils The Fertilizer Association of Ireland in association with Teagasc Technical Bulletin Series [Tekst] – 2019. – No. 4. – 48 r.

12 Better Crops with plant food [Tekst] / a publication of the international plant nutrition institute (ipni). 2019. - No 1. - P.13-17.

13 Pahalvi, H.N.; Rafiya, L.; Rashid, S.; Nisar, B.; Kamili, A.N. Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. In Microbiota and Biofertilizers; Dar, G.H., Bhat, R.A., Mehmood, M.A., Hakeem, K.R., Eds.; [Tekst] / H.N. Pahalvi, // Springer: Cham, Switzerland, 2021; Volume 2, pp. 1–20

14 Semenenko, S.YA . Vnutripochvennoe vnesenie udobrenij i meliorantov [Tekst] / S.YA Semenenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2017. - № 2 (46). – S.233-239.

15 Bajbulatov, T.S. Effektivnost' vnutripochvennogo vneseniya udobrenij sovместно s kul'tivaciej kartofelya [Tekst] / T.S. Bajbulatov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2023. - №1 (53). – S. 20-26 DOI: 10.52671/20790996_2023_1_20

16 Novohatskij, V.M. Povыshenie kachestva vnutripochvennogo vneseniya tverdyh mineral'nyh udobrenij pri osnovnoj bezotval'noj obrabotke pochvy putem sovershenstvovaniya ustrojstva [Tekst] / V.M. Novohatskij // avtoref. diss. na soiskanie uchyonoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk/ V.M. Novohatskij. – Volgograd, 2009

17 Filonov, V. M. Rol' udobrenij v intensivizatsii zemledeliya [Tekst] / M.Filonov, V // Sovremennye problemy pochvozashchitnogo zemledeliya i puti povыsheniya ustojchivosti zernovogo proizvodstva v stepnyh regionah. - Sb. dokladov mezhd. nauch.-prak.t konf. posv.50-letiyu RGP «NPC zernovogo hozyajstva im. A.I. Baraeva», MSKH RK. – Shortandy, 2006. – S. 257 – 264.

18 Nukeshev S. O. Mekhanizatsiya differencirovannogo vneseniya mineral'nyh udobrenij. [Tekst] / S. O. Nukeshev // – Astana,2010. – 192 s.

19 Medvedev, I. F., Gubarev D.I., Derevyagin S. S., Sirenko F. V. Effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij i sredstv himizatsii pod zernovye kul'tury v usloviyah tochnogo zemledeliya [Tekst] / I. F. Medvedev // Problemy agrokhimii i ekologii. – 2012. - № 1. – S. 28-31

20 Borovkova A.S. Differencirovannoe vnesenie mineral'nyh udobrenij v usloviyah lesostepi Samarskoj oblasti [Tekst] / A.S Borovkova. // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2008. - №4. – S.56-61.

21 SHeudzhen A. H., Agrokhimiya CHast' 3. Eksperimental'naya agrokhimiya//Krasnodar – 2016. № 3. - S.572-587

22 Vse o tekhnologii hleboproduktov. "Formirovanie kornevoj sistemy yarovoj pshenicy" 12.07.2015 -[Tekst] / URL: <http://hleb-produkt.ru/yarovaya-pshenica/917-formirovanie-kornevoy-sistemy-yarovoy-pshenicy.html> (data obrashcheniya: 01.02.2018).

23 Medvedev I.F. Dinamika razvitiya kornevoj sistemy yarovoj pshenicy v usloviyah aktivnogo proyavleniya zasuh i razlichnoj obespechennosti elementami pitaniya rastenij [Tekst] / I.F. Medvedev // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. - №8. – S.6-10

24 Samofalova I.A. Effektivnost' priemov vneseniya fosfornyh udobrenij pod yarovuyu pshenicu v zavisimosti ot pogodnyh uslovij v Severo-Kulundinskoj stepi Zapadnoj Sibiri -[Tekst] / I.A. Samofalova // Sel'skohozyajstvennye nauki i agropromyshlennyj kompleks. – 2013. – №4. - S.82-86

ТҮЙІН

Дақылдарды өсірудің қарқынды технологиялары егістік жерлердің құнарлылығының төмендеуіне әкелді. Нәтижесінде минералды тыңайтқыштарды қолдану арқылы топырақтың құнарлылығын арттыру негізінде көбейтуге болатын астық өнімділігі төмендейді. Бұл жағдайда топырақ құнарлылығының әртүрлілігін, кеңістіктік және пайда болу тереңдігін ескеру қажет. Мақалада тиісті тапсырманы орындау үшін машинаны құрудың сындарлы шешімін одан әрі әзірлеу үшін минералды тыңайтқыштарды терең қабаттарға енгізудің негіздемесі келтірілген.

Тыңайтқыштарды енгізу бойынша тиісті а/ш техникасын әзірлеу қажеттілігі бидайдың тамыр жүйесінің негізгі бөлігі әр түрлі тереңдікте кезең-кезеңімен қалыптасып, топырақ қабатында 6-дан 24 см-ге дейін орналасатындығымен, сондай-ақ өсімдіктерді қоректендіру үшін қол жетімді фосфордың, топырақтың да, тыңайтқыштардың да профиліне сәйкес көші-қон қабілетінің болмауымен негізделген. Денгейлі тереңдеткіш-тыңайтқыштың жұмыс органының ұсынылған дизайны тыңайтқыштарды топырақ бетінен 8 см 11 см-ден тереңдікке дейін 23 - 25 см тереңдікке дейін, үзіліссіз таспаның ені 25 см 29 см-ге дейін орналастыруды қамтамасыз етеді.

Ұсынылған техникалық құралдың құрылымдық-технологиялық схемасы өңдеудің жалпы тереңдігіне қарамастан тыңайтқыштарды енгізу тереңдігін реттеуді қамтамасыз етеді, бұл оны әртүрлі гумустық горизонттары бар әлемнің кез келген топырақ-климаттық аймақтарына қолдануға мүмкіндік береді.