

9. Коновалов, В. В. Определение показателей работы дискового измельчителя корнеклубнеплодов с обоснованием устройства загрузки / В. В. Коновалов, И. А. Воронова, В. П. Терюшков, А. В. Чупшев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – №02(24). – С. 146-151.

10. Коновалов, В. В. Расчет оборудования и технологических линий приготовления кормов. – Пенза : РИО ПГСХА, 2002. – 206 с.

УДК 631.3.635

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-УДОБРИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Милюткин Владимир Александрович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2.

E-mail: oiapp@mail.ru.

Ключевые слова: биология, корни, технология, параметры, растения, почвообработка, удобрения, агрегаты.

Проведенные исследования являются экспериментально-теоретическим обоснованием оптимального расположения рабочих органов с совершенствованием их конструкции на примере опытного комбинированного почвообрабатывающе-удобрительного агрегата «Пегасус» (фирмы «Амазоне-Верке», Германия, Самара) для внутривспашного, объемного (двухъярусного) внесения минеральных удобрений. При двухъярусном расположении рабочих органов в поперечной плоскости, первый ряд оборудуется стрелчатými рабочими органами, второй ряд – рыхлительными лапами с тукопроводящей системой, что обеспечивает качественное объемное внесение минеральных удобрений в двух ярусах 120-150 мм и 270-300 мм без значительного увеличения тягового сопротивления в отличие от двухъярусного размещения только стрелчатых лап. Результаты модернизации комбинированного агрегата «Пегасус» с учетом параметров зоны максимального расположения корней с.-х. культур (40-90 см) в соответствии с биологией их развития обеспечивают оптимальные условия для эффективного роста и получения максимального урожая. Исследовали три случая разрушения почвы рабочими органами с образованием деформированной зоны – зоны размещения минеральных удобрений. Специально разработанная методика качественной оценки размещения минеральных удобрений заменой их полиэтиленовыми белыми шариками позволяет управлять процессом оптимизации параметров рабочих органов. Проведенные исследования направлены как на модернизацию существующих, так и на создание новых комбинированных почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов с максимальной эффективностью для развития сельскохозяйственных культур и повышения их урожайности, так как полученные рекомендации основаны на размещении рабочих органов для работы в зоне корневой системы растений в процессе их сезонной вегетации, начиная от всходов, получающих дополнительное питание от удобрений первого яруса, до заключительной вегетации – формирования урожая, при дополнительном питании корневой системы от удобрений второго яруса. От внутривспашного внесения удобрений урожайность подсолнечника (на семена) возросла до 16%, кукурузы (на зеленую массу) – до 10%. Двухъярусное объемное внесение удобрений дополнительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10-20%.

В настоящее время большее число применяемых удобрений в мире и Российской Федерации вносятся разбросным способом из-за высокой производительности агрегатов и малых затрат на внесение удобрений. Однако в засушливые годы и особенно при внесении азотных удобрений этот способ малоэффективен. Более совершенен внутривспашный способ внесения удобрений. Исследования проведены с почвообрабатывающе-удобрительным агрегатом «Пегасус» (фирма Амазоне – Верке – Германия, Самара), модернизированным установленными дополнительно глубокорыхлителями для обработки почвы и внесения удобрений на глубину 12 и 30 см. Прибавка урожайности составила: подсолнечник – около 16%, зеленая масса кукурузы – до 10%. Поочередное размещение рабочих органов по высоте или глубине обработки почвы (первый ярус – стрелчатые лапы, второй ярус – рыхлительные лапы) в соответствии с биологией развития корней позволяет поярусно вносить минеральные удобрения и обеспечивать дополнительным «питанием» корневую систему возделываемых культур на протяжении всего периода вегетации, тем самым прогрессивно влияя на увеличение биологической массы и урожайности. Рациональной расстановкой рабочих органов рыхлителей-удобрителей в поперечной плоскости в зоне максимального расположения корней (40-90 см) в соответствии с биологией их развития, корням обеспечиваются условия максимального использования внесенных внутривспашно удобрений.

Многочисленными научными исследованиями доказана эффективность внутривспашного внесения удобрений. Ряд исследователей [1-7] проводят большую опытную работу по совершенствованию технологий и конструкций сельскохозяйственных машин для улучшения качества и равномерности внесения удобрений в почву. В работе представлено аналитическое обоснование рациональной расстановки рабочих органов

машин в поперечной плоскости для равномерного внесения различного вида удобрений с учетом биологического развития корневой системы, технологий возделывания сельскохозяйственных культур и результатов полевых опытов, подтвердивших теоретические исследования.

Цель работы: повышение равномерности внутрипочвенного внесения различных видов удобрений в корнеобитаемую зону возделываемых культур с получением максимальной урожайности.

Задачи исследований: 1) систематизация и моделирование размеров корневой системы различных сельскохозяйственных культур; 2) исследование обеспечения наиболее благоприятного размещения удобрений для корневых систем возделываемых культур; 3) разработка рекомендаций для новых конструкций с оценкой существующих конструкций отечественных и зарубежных машин по обеспечению равномерности внесения удобрений в почву; 4) проведение полевых исследований влияния расстановки рабочих органов почвоудобрительных агрегатов на урожайность сельскохозяйственных культур.

Методика исследований. Исследования равномерности объемного (в 2-х горизонтах) внутрипочвенного внесения удобрений опытным комбинированным почвообрабатывающе-удобрительным агрегатом «Пегасус» с использованием плоскорезующих и рыхлительных рабочих органов с тукопроводящей пневмотранспортной системой проводились на полях учебного хозяйства ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА по ГОСТу Р 53054-2008. Машинные технологии производства продукции растениеводства. Методы экологической оценки. Дополнительно к ГОСТу Р 53054-2008 для визуальной оценки качества объемного внутрипочвенного распределений удобрений по горизонтам проведены опыты по специально разработанной методике, главным в которой является замена удобрений (растворимых во влажной почве) на белые полиэтиленовые шарики диаметром 2-4 мм, что аналогично по форме и размеру фосфорному удобрению «Суперфосфат».

Полиэтиленовые шарики, являясь заменителями удобрений, заделывались в почву комбинированным агрегатом «Пегасус» в двухъярусном исполнении и после 20-30 дней естественной усадки почвы с помощью поперечных шурфов фиксировалось на координатной сетке местоположение этих шариков (контрастных по цвету с почвой). Результаты исследований качественной оценки размещения удобрений при их внутрипочвенном двухъярусном внесении плоскорезующими и рыхлительными рабочими органами показаны на рисунке 5, а, б, в. Исследования подтверждают гипотезу объемного внесения удобрений в зону корнерасположения возделываемых сельскохозяйственных культур, что обеспечивает повышение их урожайности.

Результаты исследований. В соответствии с целью работы и задачами исследований на основании имеющихся многочисленных данных по биологии корневых систем различных сельскохозяйственных культур (зерновые – пшеница, ячмень; пропашные – кукуруза, картофель, подсолнечник, сахарная свекла и т. д), проведена относительная систематизация их параметров в поперечной плоскости и по глубине с моделированием формы зоны распространения корней [1]. Параметры корневых систем определяют место эффективного внесения питательных сред – удобрений для интенсивного развития растений с целью формирования максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур, что является основной при обосновании рациональной расстановки рабочих органов для внесения различных видов удобрений: твердые минеральные, жидкие – газообразные (безводный аммиак) [2-7].

Учащенная в поперечной плоскости расстановка рабочих органов обеспечивает более равномерное внесение удобрений в почву и повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, однако при этом значительно возрастает тяговое сопротивление почвообрабатывающе-удобрительного агрегата, общие затраты, на производство с.х. продукции и наоборот. Оптимизация расстановки рабочих органов в поперечной плоскости и по глубине обработки почвы зависит также от вида удобрений и их распространения в почве после внесения при различных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Для твердых удобрений многочисленными проведенными ранее исследованиями и опытами авторов с наиболее эффективным на сегодняшний день почвообрабатывающе-удобрительным агрегатом «Пегасус» (фирма «Амазоне-Верке», Германия) рекомендована двухъярусная расстановка рабочих органов, причем первый ярус представляет собой стрельчатые лапы, которые вносят удобрения разбросным способом на глубину 10-12 см для начального развития растений, а второй ярус обеспечивается рыхлительными рабочими органами для глубокого рыхления почвы и заделки удобрений на глубину до 30 см – зоны основной массы корневой системы. Для обоснования типов рабочих органов для обработки почвы во втором ярусе (30 см) моделировались схемы развития корневой системы различных культурных растений не только по глубине, но и в поперечной плоскости (рис. 1). Комплексный анализ имеющихся данных [1] показал, что, как правило, зона основной массы корневой системы (60-70%) подсолнечника, картофеля, пшеницы представляют собой эллипсоидную форму с размерами от оси растения в поперечной плоскости 40 (подсолнечник, пшеница), 60 (картофель), 80-100 см (кукуруза) и до 60-140 см по глубине, что очень важно при проектировании типа рабочих органов для второго яруса и их расстановки в поперечной плоскости.

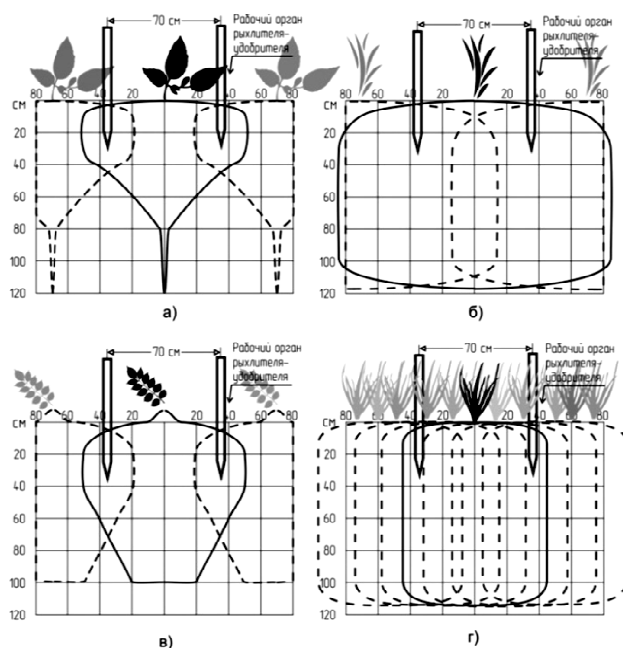


Рис. 1. Обобщенные модели расположения основной массы корней в единой координатной системе: а) подсолнечник; б) кукуруза; в) картофель; г) озимая пшеница (аналогично: яровая пшеница, ячмень, овес)

В связи с тем, что максимальное расстояние между растениями в междурядье 70 см у кукурузы, подсолнечника и картофеля, а зона максимального расположения корней в поперечной плоскости у этих же растений 40-90 см, то в процессе развития растений корни смыкаются и способны использовать удобрения, внесенные в этой зоне. В этом случае почвообрабатывающе-удобрительный рабочий орган 2-го яруса, расположенный сзади по ходу агрегата от плоскорезущего рабочего органа в целях минимальных энергетических затрат, может быть выполнен в виде рыхлителя и иметь расстановку в поперечной плоскости не более 70 см (рис. 2).

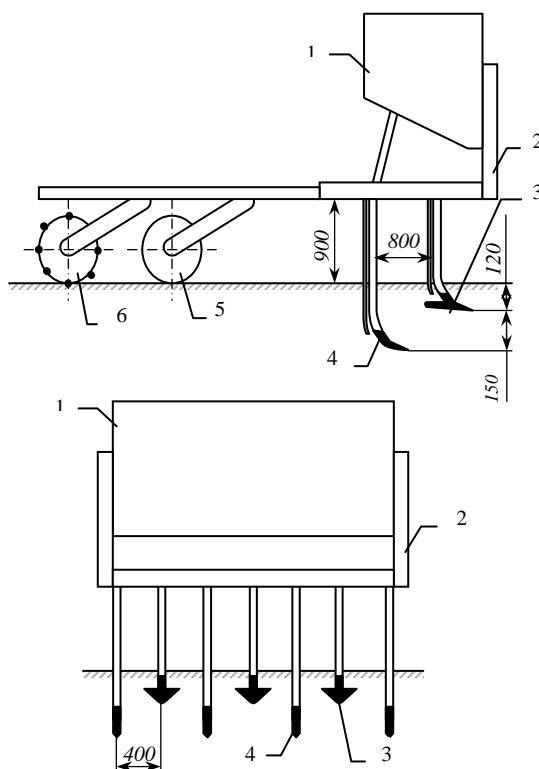


Рис. 2. Схема комбинированного почвообрабатывающе-удобрительного агрегата «Пегасус» с рекомендуемой расстановкой и типом рабочих органов:

1 – бункер для удобрений; 2 – рама; 3, 4 – плоскорезущие и рыхлящие рабочие органы с приспособлениями для ярусного внесения удобрений; 5 – сферические диски-выравниватели гребней; 6 – трубчатый каток

В соответствии с нормами внесения и технологиями рассматривается 4 случая (рис. 3):

Случай 1 возможного качества и количества внесения удобрений: N_1 обеспечивает необходимое количество удобрений для начального развития всходов; N_2 обеспечивает минимальную зону распространения удобрений для вегетативного развития растений $N_2 = 0,5N_1$;

Случай 2 возможного качества и количества внесения удобрений: N'_1 обеспечивает необходимое количество удобрений для начального развития всходов; N'_2 обеспечивает промежуточное количество удобрений по сравнению с 1 и 3 случаями;

Случай 3 возможного качества и количества внесения удобрений: $N''_1=N'_1=N$ обеспечивает необходимое количество удобрений для начального развития всходов; N''_2 обеспечивает всю корневую систему в зоне их основного вегетативного развития максимальным количеством удобрений;

На рисунке 3 представлена расчетная схема расстановки рыхлителей: Γ_1 – глубина обработки первого яруса; Γ_2 – второго яруса, b – расстановка рыхлителей в поперечной плоскости.

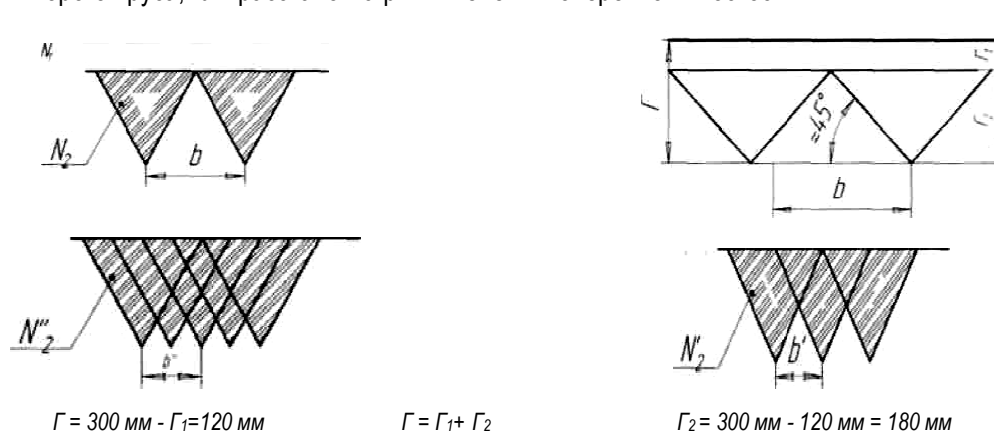


Рис. 3. Виды разрушения почвы при различной расстановке рыхлителей и схема для расчёта оптимальной их расстановки

При сделанных допущениях и принятой расчетной схеме оптимальная расстановка в поперечной плоскости рыхлителей должна быть не меньше 280 мм, а оптимально – 350–400 мм. Таким образом, проектирование рабочих органов и машин для подпочвенного внесения минеральных удобрений должно основываться на биологии растений – параметрах корневой системы в различных фазах развития. Рациональное сочетание эффективного использования минеральных удобрений корневой системы растений и минимальных затрат на процесс обработки почвы и подпочвенного внесения удобрений оптимизированными рабочими органами и специально разработанными почвообрабатывающе-удобрительными агрегатами (ПУА) обеспечит максимальную эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. При подпочвенном внесении удобрений в первом ярусе целесообразно устанавливать плоскорезную лапу, тогда удобрения равномерно распределяются по глубине высеянных семян и обеспечивают дополнительными питательными веществами растения. При обработке второго яруса на глубине до 30 см целесообразно использовать рыхлители, которые по законам деформации и разрушения почвы производят рыхление в «V» образном объеме в зависимости от типа почвы, глубины обработки и ширины рыхлительной лапы. В этом случае, размещая на разных глубинах окна в специальном тукопроводе рыхлителя, удобрения будут заделываться на разную глубину и при дополнительном воздушном нагнетании будут заполнять все пространство разрушенной почвы. Для подтверждения имеющихся рекомендаций проведены исследования по определению параметров зон разрушения почвенного пласта различными рабочими органами (рис. 4) для уточнения рекомендуемых рациональных расстановок как однотипных, так и различных почвообрабатывающих рабочих органов, использование которых может быть возможно при некоторой их доработке с установкой тукопровода и рассеивателя для внутривспашечного внесения минеральных удобрений.

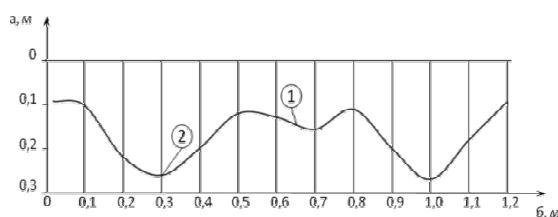


Рис. 4. Профиль дна борозды, образованной плоскорезными (1) и рыхлительными (2) рабочими органами, по глубине (а) и ширине (б) захвата

Данные системные исследования позволяют рекомендовать к уже известной конструкции почвообрабатывающе-удобрительного агрегата с плоскорезущими рабочими органами «Пегасус» различные комбинации рабочих органов как по конструкции (плоскорезущие и рыхлительные), так и по их расстановке.

Наиболее эффективными в соответствии с поставленной задачей по повышению эффективности внесенных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур будут следующие (рис. 5, а, б, в):

1) Размещение плоскорезущих рабочих органов в одной или нескольких (оптимально – двух) плоскостях-горизонтах (рис. 5, а).

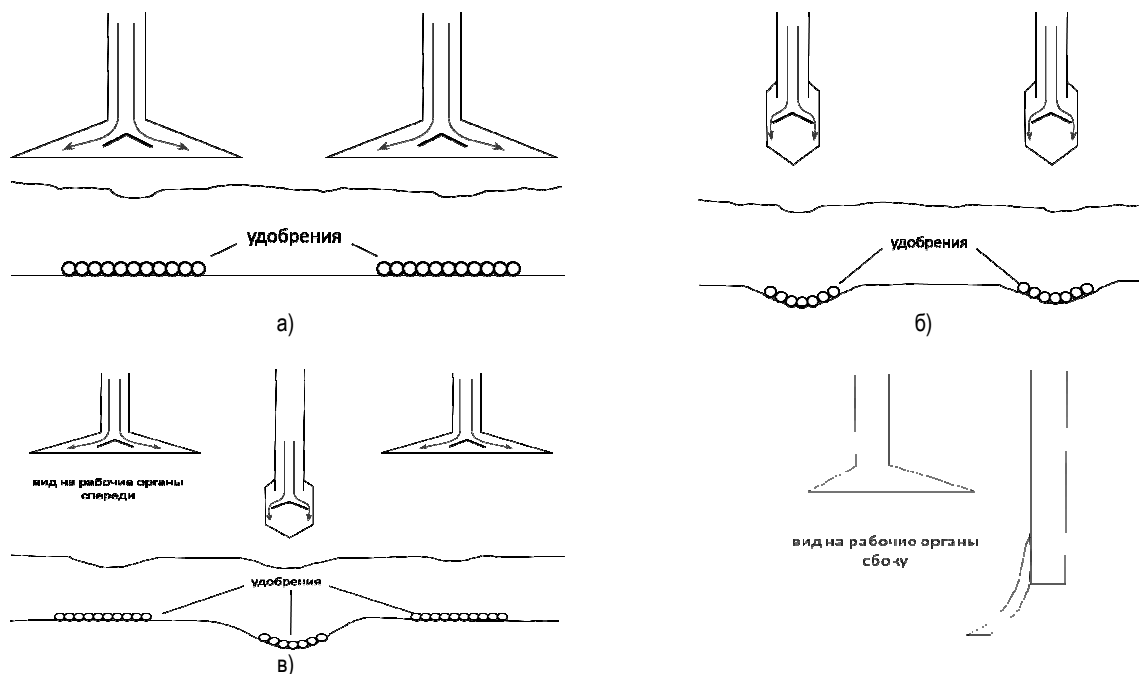


Рис. 5. Расстановка и конструкции рабочих органов почвообрабатывающе-удобрительного агрегата: а) в одной или нескольких (оптимально – двух) плоскостях-горизонтах; б) замена плоскорезущих рабочих органов рыхлительными лапами, также работающими в одном или нескольких горизонтах; в) комбинация плоскорезущих рабочих органов с рыхлительными лапами

В этом случае плоскорезущие рабочие органы, подрезая почвенный пласт, равномерно на заданную глубину через специальные тукопроводы и рассекатель будут распределять минеральные удобрения, поступающие из бункера с соответствующей нормой также в одном или двух горизонтах. Наряду с агротехническими преимуществами работы данной схемы агрегата он получается излишне энергоемким.

2) Замена плоскорезущих рабочих органов рыхлительными лапами, также работающими в одном или нескольких горизонтах (рис. 5, б), позволит значительно снизить энергоемкость обработки почвы, но удобрения в этом случае будут размещаться, в основном, в бороздах после рыхлительных рабочих органов.

3) Комбинация плоскорезущих рабочих органов с рыхлительными лапами (рис. 5, в) позволит с учетом параметров корневой системы сельскохозяйственных культур обеспечить дополнительную подачу питательных веществ в различных фазах их развития, что позволит существенно повысить урожайность и качество возделываемых сельскохозяйственных культур.

На основании проведенных исследований, теоретических обоснований, экспериментальных лабораторных и полевых опытов доказана эффективность внутрипочвенного внесения минеральных удобрений, повышающаяся от объемного их размещения с рекомендуемыми в работе параметрами по расстановке и комплектации почвообрабатывающе-удобрительного агрегата как плоскорезущими, так и рыхлительными рабочими органами или их сочетанием в разных почвенных слоях-горизонтах. Влияние удобрений и способов их внесения на урожайность зеленой массы кукурузы. В опыте с 8 сортами и гибридами кукурузы изучалось влияние на урожайность сельскохозяйственных культур различных доз минеральных удобрений, вносимых двумя способами – внутрипочвенно и вразброс. Проведенными исследованиями установлено, что с увеличением дозы удобрений прибавка урожайности семян подсолнечника в среднем по гибридам относительно «контроля» была максимальной при $N_{90}P_{90}K_{90}$, прибавка составила +6,5 ц/га (44,8%) при поверхностно-разбросном способе, а при внутрипочвенном способе – +8,8 ц/га (60,7%). То есть внутрипочвенное внесение удобрений под подсолнечник было эффективнее, чем их внесение на поверхность в разброс в среднем на 2,3 ц/га или на 15,9 % по сравнению с «контролем» (рис. 6).

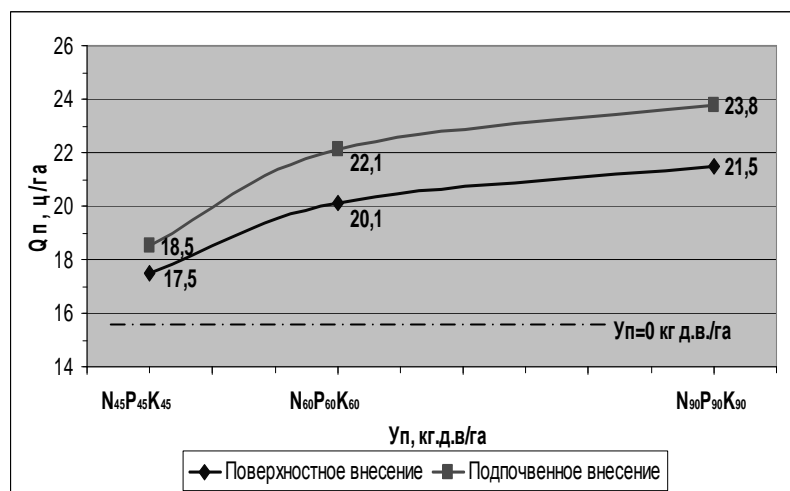


Рис. 6. Влияние доз минеральных удобрений и способов их внесения на урожайность подсолнечника

Гибриды и сорта подсолнечника по-разному реагировали на способы внесения удобрений, однако в целом получен положительный отклик на внутрпочвенное внесение у большинства образцов в среднем на 7,8%, максимально – у гибрида Санморин 444 – 13,5%.

В опытах по определению эффективности различных способов внесения минеральных удобрений на урожайность зеленой массы кукурузы выявлено следующее (рис. 7): 1) более высокая урожайность зеленой массы в сравнении со стандартом Поволжский 187 у гибрида кукурузы Росс 272, Пионер 39d81, Монатан независимо от способа внесения удобрений. Другие гибриды не отличались от стандарта; 2) увеличение дозы удобрений в среднем по гибридам и сортам прибавка зеленой массы была максимальной (73-76 ц/га) при наибольшей дозе N₆₀P₆₀K₆₀; внутрпочвенное внесение удобрений было более эффективным по прибавке зеленой массы 64 ц/га при оптимальной величине удобрений N₄₅P₄₅K₄₅.

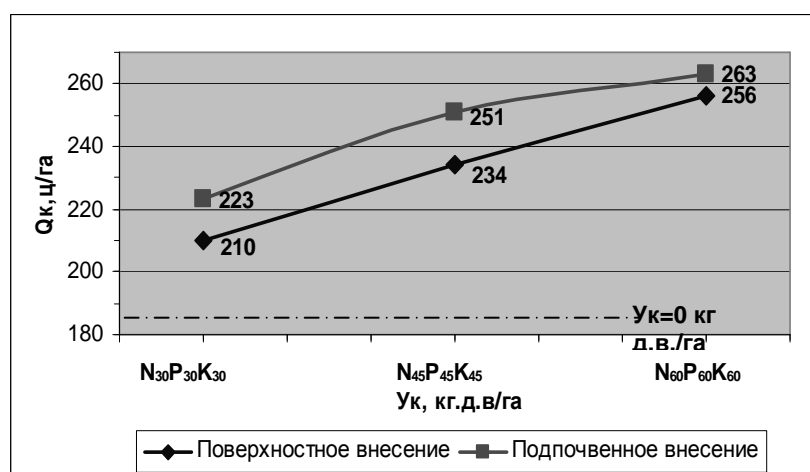


Рис. 7. Влияние доз минеральных удобрений и способов их внесения на урожайность кукурузы на зеленую массу

В опыте отмечена разная реакция сортов и гибридов на способ внесения минеральных удобрений. Гибриды СТК 189, Газель, Монатан на способы внесения удобрений не проявили достоверной значимой реакции по величине зеленой массы. Следовательно, при их выращивании может быть использован наиболее дешевый способ внесения удобрений – поверхностно-разбросной. Другие гибриды и сорта кукурузы дали более высокую урожайность зеленой массы при подпочвенном внесении удобрений: в среднем на 13 ц/га (5,6%), у стандарта Поволжский 187 она составила 21 ц/га (9,5%). Исследования подтверждают эффективность подпочвенного метода внесения минеральных удобрений при основной (зяблевой) обработке почвы по сравнению с поверхностно-разбросным как при возделывании семян подсолнечника, так и зеленой массы кукурузы. Проведенные исследования направлены на эффективное использование имеющихся серийных почвообрабатывающе-удобрительных агрегатов и вновь разрабатываемых, например агрегата немецкой фирмы «Амазоне Верке» – «Пегасус». Он представляет собой раму 2 с бункером 1 для минеральных удобрений и плоскорезуще-рыхлящие рабочие органы 3, 4, тукопроводы, по которым минеральные удобрения из

бункера поступают под плоскорежущие рабочие органы и рыхлители, относительно равномерно распределяются специальными рассекателям подпочвенно на глубину обработки (рис. 3). При этом удобрения заделываются в два яруса – на глубину обработки почвы плоскорежущими рабочими органами и рыхлительными лапами. При этом почвенные гребни выравниваются сферическими дисками-выравнивателями 5 и почва уплотняется трубчатым катком 6. Как известно, не все типы минеральных удобрений хорошо мигрируют по глубине почвенного слоя даже при интенсивном увлажнении. Поочередное размещение рабочих органов по высоте или глубине обработки почвы позволит поярусно вносить минеральные удобрения и обеспечивать дополнительным «питанием» корневую систему в течение всего периода вегетации, прогрессивно влияя на увеличение биологической массы и урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

Заключение. Объемное размещение корневой системы сельскохозяйственных культур, в соответствии с конкретными параметрами по глубине и в продольно-поперечном расположении, достаточно наглядно описываемые геометрическими моделями, требует и объемного внутрипочвенного внесения удобрений, соответствующими для этого комбинированными почвообрабатывающе-удобрительными агрегатами. Объемное внутрипочвенное размещение удобрений обеспечивает более равномерное питание растений и формирование максимального урожая в процессе вегетации. С учетом известных и вновь создаваемых почвообрабатывающе-удобрительных машин предлагается двухъярусное расположение рабочих органов на 120-150 и 270 мм по глубине, а для улучшения качества и равномерности внесения удобрений без значительного увеличения тягового сопротивления первый ярус (120-150 мм) рекомендуется оборудовать стрельчатыми лапами, а второй ярус (до глубины 270 мм) – рыхлительными лапами с устройствами (тукопроводы, распределители...) для внесения удобрений. Внутрипочвенное внесение удобрений в корнеобитаемый слой сельскохозяйственных культур позволяет увеличить (в опытах) урожайность подсолнечника до 16%, кукурузы (на зеленую массу) – до 10%, двухъярусное объемное внутрипочвенное внесение удобрений дополнительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур до 10-20%.

Библиографический список

1. Милюткин, В. А. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений / В. А. Милюткин, М. А. Канаев, А. В. Милюткин // Известия Самарской ГСХА. – 2012. – №3. – С. 9-13.
2. Терентьев, А. С. Технология и машина дифференцированного внутрипочвенного внесения твердых минеральных удобрений с комбинированными тукозаделывающими органами : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Терентьев Алексей Сергеевич. – Рязань, 2005. – 154 с.
3. Ешин, А. В. Внутрипочвенное внесение минеральных удобрений в многолетних насаждениях : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Ешин Александр Вадимович. – М., 2006. – 145 с.
4. Новохатский, В. М. Повышение качества внутрипочвенного внесения твердых минеральных удобрений при основной безотвальной обработке почвы путем совершенствования параметров пневмомеханического тукораспределительного устройства : дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / Новохатский Виктор Михайлович. – Волгоград, 2009. – 162 с.
5. Запевалов, М. В. Ленточное внутрипочвенное внесение органоминеральных удобрений // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2011. – №58. – С. 24-27.
6. Пат. № 2343680 Российская Федерация, МПК А 01С23/02. Машина для внутрипочвенного внесения жидкого навоза / Измайлов А. Ю., Мочкова Т. В., Марченко Л. А. [и др.] ; заявл. 05.07.07 ; опубл. 20.01.09. – 5 с.
7. Сергеев, Н.С. Определение рабочего хода игольчатого ротора комбинированного сошника, обеспечивающего равномерное перемешивание удобрений с почвой / Н. С. Сергеев, М. В. Запевалов, Ю. М. Наумов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – Вып. 10. – С. 59-62.

УДК 631.33.022.2

РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА СЕЯЛКИ ДЛЯ ПОСЕВА АМАРАНТА МАЛЫМИ НОРМАМИ

Крючин Николай Павлович, д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой «Механика и инженерная графика», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.

E-mail: miignik@mail.ru

Бурлака Николай Владимирович, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «ЭКОПРОМ».

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.

E-mail: ekopromkinel@mail.ru

Ключевые слова: посев, амарант, пневматический, высевающий, аппарат, семена, качество, дозирование.

Цель исследований – повышение качества дозирования семян амаранта малыми нормами разработкой пневматического высевающего аппарата. Качественные показатели работы сеялки для мелкосемянных культур зависят от высевающего аппарата, как технического средства для дозирования и подачи исходного потока