

Zharylkasyn Sadykov; Roles/The letter is the initial draft of Zharylkasyn Sadykov; Writing – review and editing by Sarkynov Yerbol.

МРНТИ 68.85.35

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2025/54>

А.С. Рзалиев, В.П. Голобородько, С. Бекбосынов, И.Т. Мизанбеков*

*ТОО «НПЦ Агроинженерии», г. Алматы, Казахстан, rzaliev@mail.ru**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА, ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Проведен анализ имеющейся в хозяйствах техники для возделывания сахарной свеклы. В южной, юго-восточной зоне Казахстана сосредоточены почвы, подверженные иссушению, склонные к заплыванию и повышенной твердости. В результате традиционная технология возделывания сахарной свеклы в этих условиях не дает ожидаемого результата: оптимальную густоту стояния всходов, условия для роста растений и в конечном счете величину урожая, обеспечивающую окупаемость затрат и получение прибыли. Производство сахарной свеклы сосредоточено, в основном, в мелких и средних хозяйствах, которые в силу экономических причин не могут приобрести дорогостоящие почвообрабатывающие, посевные и свеклоуборочные агрегаты предлагаемые производителями зарубежных стран.

Традиционная технология возделывания сахарной свеклы включает вспашку, несколько предпосевных рыхлений почвы, выравнивание, посев, междурядную обработку на глубину до 14см и уборку корнеплодов. При этом в результате разрыва во времени между технологическими операциями по обработке почвы и посеву происходит иссушение почвы. Кроме того, почвообрабатывающие орудия для предпосевной обработки с пассивными рабочими органами не обеспечивают необходимое крошение почвы для последующего качественного посева семян сахарной свеклы.

В результате систематических поливов и высоких температур в июле, августе твердость почвы в междурядьях сахарной свеклы достигает высоких значений 3-4 МПА, что препятствует проникновению влаги к корням свеклы и газообмену. Серийно выпускаемые пропашные культиваторы обрабатывают междурядья на недостаточную глубину (12-14см).

Степень травмированности корней сахарной свеклы имеющимися в хозяйствах свеклоуборочными комбайнами превышает допустимую величину.

В связи с вышеизложенным, целью исследований является разработка технологического комплекса машин, обеспечивающего сокращение проходов машинно-тракторных агрегатов (МТА) по полю, сокращение разрыва во времени между технологическими операциями, высокое качество крошения почвы и посева семян, глубокую до 25см обработку междурядий сахарной свеклы, уборку корней свеклы с низкой повреждаемостью.

Для достижения поставленной цели будут разработаны культиватор вертикально-роторный для предпосевной фрезерной обработки почвы; сеялка комбинированная для предпосевной фрезерной обработки почвы и точного посева семян; универсальный культиватор для мелкой до 14см и глубокой до 25см обработки междурядий сахарной свеклы; свеклоуборочный комбайн адаптированный к почвенно-климатическим условиям региона и обеспечивающий низкую повреждаемость корней.

Ключевые слова: сахарная свекла, возделывание, традиционная технология, культиватор вертикально-роторный, сеялка точного высева, культиватор для междурядной обработки, уборка корней, повреждаемость корней

Введение

Основные площади сахарной свеклы находятся в орошающей зоне Казахстана в Алматинской, Жетысуской и Жамбылской областях. Климат зоны резко-континентальный, Особенность и сложности возделывания и уборки сахарной свеклы заключаются в наличии в этих областях почв склонных к заплыванию, переуплотнению и повышенной твердости, которая достигает 3-4 МПА. Это сказывается на качестве технологических операций по почвообработке и уборке корней неадаптированными к таким условиям машинами. Производство сахарной свеклы сосредоточено, в основном, в мелких и средних хозяйствах, которые в силу экономических причин не могут приобрести дорогостоящие почвообрабатывающие, посевные и свеклоуборочные агрегаты предлагаемые производителями зарубежных стран.

Традиционная технология возделывания сахарной свеклы включает вспашку, 2 предпосевных рыхления почвы, выравнивание, посев, междурядную обработку на глубину до 25см и уборку корней следующими машинами: боронами, культиваторами, выравнивателями и свеклоуборочными комбайнами. При этом в результате разрыва во времени между технологическими операциями происходит иссушение почвы, Орудия с пассивными рабочими органами не обеспечивают необходимое крошение почвы для последующего качественного посева. Рядом авторов проводились исследования по технологии и техническим средствам для фрезерования почвы, показаны преимущества фрезерной обработки [1-7]

На заплывающих почвах южной зоны Казахстана для получения всходов с требуемой густотой стояния необходимым условием является качественная предпосевная обработка почвы, точный, дозированный посев семян, их качественная заделка почвой и формирование противокоркового валика над поверхностью рядка[8-9].

В дальнейшем, систематические поливы и высокие температуры в июле, августе приводят к увеличению твердости почвы, которая достигает в междурядьях сахарной свеклы высоких значений 3-4 МПА, что препятствует проникновению влаги к корням свеклы и газообмену, Серийно выпускаемые пропашные культиваторы (УСМК-4,8/5,6: КРН-4,2) и другие обрабатывают междурядья на недостаточную глубину (12-14см). Кроме того, после смыкания рядков обработка междурядий такими культиваторами из-за высокого травмирования растений становится невозможной [10-16].

Заключительной операцией при возделывании сахарной свеклы является уборка корней [17-18], которая начинается в сентябре при сильном иссушении почв и может заканчиваться в конце октября при переувлажнении. Анализ работы свеклоуборочных комбайнов в хозяйствах показывает, что при работе в таких почвенных условиях травмирование корней доходит до 15-17% и выше при допустимом по агротребованиям значении до 10%.

В связи с вышеизложенным, целью исследований является разработка технологического комплекса машин, обеспечивающего сокращение проходов машинно-тракторных агрегатов (МТА) по полю, сокращение разрыва во времени между технологическими операциями, высокое качество крошения почвы и посева семян, глубокую до 25см обработку междурядий сахарной свеклы, уборку корней свеклы с низкой повреждаемостью.

Для достижения поставленной цели будут разработаны культиватор вертикально-роторный для предпосевной фрезерной обработки почвы; сеялка комбинированная для предпосевной фрезерной обработки почвы и точного посева семян; универсальный культиватор для мелкой до 14см и глубокой до 25см обработки междурядий сахарной свеклы; свеклоуборочный комбайн адаптированный к почвенно-климатическим условиям региона и обеспечивающий низкую повреждаемость корней.

Методы и материалы

Для достижения поставленной цели проводился сбор и анализ материалов по наличию и эффективности сельскохозяйственной техники для возделывания сахарной свеклы в хозяйствах свеклосеющих областей. Кроме того, использовались информационные ресурсы

с сайтов ведущих зарубежных разработчиков и производителей свеклоуборочной техники; материалы специализированных международных и казахстанских выставок, конференций, и др.; электронные информационные ресурсы, публикации ведущих ученых и специалистов свекловичной отрасли. Испытания разрабатываемых машин проводились по следующим ГОСТ;

- ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний». Межгосударственный стандарт;
- ГОСТ 33736-2016 «Техника сельскохозяйственная. Машины для глубокой обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт.
- ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт.
- ГОСТ 33677- 2015 «Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний». Межгосударственный стандарт.

Полученные материалы обобщались, анализировались с использованием методов математической и статистической обработки

Результаты и обсуждение

Одной из важнейших операций при возделывании сахарной свеклы является предпосевная обработка. От качества ее проведения зависит и качество посева.

Согласно агротехническим требованиям содержание комков почвы размером до 2см должно быть не менее 70-80%. Наличие комков более 5см не допускается. Фактически, после выполнения всех перечисленных выше операций предпосевной обработки почвы: ранневесеннего рыхления в два следа, выравнивания, предпосевного рыхления содержание комков почвы размерами более 2см составляет 30-40%.

Разрыв во времени между предпосевной подготовкой почвы и посевом приводит к иссушению почвы и задержке появления всходов. В случае отсутствия естественных осадков возникает необходимость увеличения нормы высеива семян, что в конечном итоге значительно повышает затраты труда и денежных средств.

Недостатки орудий с рабочими органами пассивного типа известны давно, однако они до сих пор, несмотря на многочисленные попытки не устранены. Таким образом, возникает необходимость создания агрегата с активными рабочими органами, который при минимальном числе проходов по полю обеспечивал высокое качество предпосевной подготовки почвы необходимое для высокой всхожести мелкосемянных культур и в том числе сахарной свеклы.

Нами разработан и изготовлен на опытно-экспериментальном заводе ТОО «НПЦАИ» экспериментальный образец культиватора (КВР) и проведены его предварительные испытания.

На Рисунке 1 представлен экспериментальный образец на испытаниях. Культиватор совмещает за один проход 4 технологические операции: глубокую обработку почвы, фрезерование верхнего слоя, выравнивание почвы, прикатывание почвы.

Предварительные испытания экспериментального образца проводились на полях ТОО Казахский НИИ земледелия и растениеводства с 1 по 20 сентября 2025года в период предпосевной подготовки почвы под посев озимой пшеницы. Культиватор вертикально-роторный испытывался в компоновке с почвоуглубителем (рыхлительными стойками) фрезерными рабочими органами, выравнивающей доской и катком

Почвенные условия во время проведения испытаний были типичными для данной зоны. Почва имела оптимальные показатели влажности и твердости. Предшествующая операция отвальная вспашка. Поверхность почвы после вспашки глыбистая.



Рисунок 1 - Экспериментальный образец КВР на предварительных испытаниях

Были получены следующие результаты предварительных испытаний.

фактическая глубина обработки почвы машиной в компоновке с углубителями (рыхлительными стойками) фрезерными рабочими органами, выравнивателем и катком соответствовала установочной и составляла 28,5 см при $\pm\sigma = 5,75$ см и $\gamma = 20,6\%$. Фактическая глубина фрезерования составляла 17,0 см при $\pm\sigma = 3,18$ см и $\gamma = 18,7\%$.

Плотность почвы в слое 0-20 см была в среднем $1,03 \text{ г/см}^3$, что создает благоприятные условия для прорастания семян. Крошение почвы удовлетворительное, поскольку содержание мелкокомковатой фракции почвы размером менее 20 мм составляло 80,4% при допустимом по агротребованиям 80%. Результаты определения энергетических показателей работы показывают, что при увеличении скорости машины с 3 до 8 км/ч тяговое сопротивление увеличивалось. При всех скоростях движения от 3 до 8 км/час его величина находилась в допустимых пределах и обеспечивала загрузку двигателей МТЗ-80 в пределах 67-93%.

Важнейшей технологической операцией, определяющей урожайность сахарной свеклы является посев, качество которого связано с качеством предпосевной обработки степенью крошения почвы, длительностью ее проведения.

При отсутствии технических средств для качественной фрезерной предпосевной обработки почвы под посев сахарной свеклы альтернативой проведения многократных технологических операций по предпосевной обработке почвы, машинами с пассивными рабочими органами, приводящих к потере влаги, может быть применение комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин и в том числе сеялок с фрезерными рабочими органами. Разрабатываемая сеялка для точного посева семян сахарной свеклы совмещает операции по фрезерной полосовой обработке почвы в зоне посева, формирование посевной борозды с уплотненным семенным ложем, точный посев семян сахарной свеклы с шириной между рядами интервале 45,50,60 см,

На опытно-экспериментальном заводе ТОО «НПЦАИ» изготовлен экспериментальный образец сеялки. Рисунок 2.



Рисунок 2 - Экспериментальный образец сеялки точного высева.

Предварительные испытания экспериментального образца проводились на полях ТОО Казахский НИИ земледелия и растениеводства с 25 апреля по 12 мая 2025 года в период предпосевной подготовки почвы под посев сахарной свеклы.

Согласно полученным данным фактическая глубина фрезерной обработки почвы соответствовала установочной и составляла 11,3 см при среднем квадратическом отклонении ($\pm\sigma$) 1,8 см и коэффициенте вариации (γ) 15,9. Твердость и плотность почвы после фрезерования имели оптимальную величину и составляли в слое 0-20 см 0,94 г/см³ и 1,4 МПа. Содержание мелкокомковатой фракции почвы размером менее 20 мм составляло 84,5%.

Глубина заделки семян также была стабильной и в среднем составляла 3,3 см при $\pm\sigma = 0,63$ см и $\gamma = 19\%$. Количество высеванных семян в рядке на 1 погонный метр составляло 4,7 шт. при установочном 5 шт. Функциональные показатели работы сеялки соответствовали техническому заданию на экспериментальный образец.

Энергетические показатели определялись при агрегатировании сеялки с трактором МТЗ-80 (14 кН). При увеличении скорости машины с 3 до 8 км/ч тяговое сопротивление увеличивалось. При всех скоростях движения его величина находилась в допустимых пределах и обеспечивала загрузку двигателей МТЗ-80 в пределах 43-50 %, что позволяет увеличить число обрабатываемых и высеваемых рядков до 6.

На бесструктурных, заплывающих почвах Юга Казахстана во второй половине вегетации сахарной свеклы твердость почвы в междурядьях достигает 3 МПа и более, а плотность 1,8-2,5 г/см³. Для получения высоких урожаев сахарной свеклы необходимо создать оптимальные условия для интенсивного развития ее корневой системы до конца вегетации. Это возможно осуществить за счет рыхления междурядий до смыкания рядков культиватором растениепитателем на глубину до 14 см, а после смыкания рядков за счет проведения их глубокого рыхления до 23-25 см в конце июля, начале августа в период интенсивного роста корнеплодов и за две недели до уборки. Такая система обработки междурядий разуплотнит почву, обеспечит лучшее впитывание поливной воды и осадков, улучшит воздухообмен между слоями почвы и тем самым будет способствовать увеличению урожайности корней на 20-25%. Проведение глубокого рыхления за 2 недели до уборки снизит травмированность корней свеклоуборочным комбайном и их общие потери до 5%.

На опытно-экспериментальном заводе ТОО «НПЦАИ» изготовлен экспериментальный образец универсального культиватора. (рисунок 3),



Рисунок 3 - Экспериментальный образец универсального культиватора с рабочими органами для глубокого рыхления междурядий.

Согласно полученным данным глубина обработки почвы универсальным культиватором составляла 24,7 см. Качество обработки междурядий сахарной свеклы в период интенсивного роста корней в июле –августе и в перед уборкой в сентябре было удовлетворительным. Показатели плотности и твердости почвы колебались в слое 0-20 см в июле в пределах 0,85-1,10 г/см³ (плотность) ; 0,72-1,0 МПа (тврдость) и 1,0-1,3 г/см³ ; 1,0-1,5 МПа в сентябре. При таких показателях плотности и твердости в летний период обеспечивался усиленный рост корнеплодов и накопление сахара, а в осенний -создавались благоприятные условия для ее последующей уборки. В результате крошения почвы щелерезами в зоне обработки междурядий, количество комков почвы на поверхности способных повредить растения не превышало 3,2% в июле и 4,1% перед уборкой. Степень повреждения ботвы по этим периодам составляла 12,5% (июль) и 13,9 % (сентябрь), а степень повреждения корней 0,2% и 1,1%,

Согласно полученным данным при всех скоростях движения его величина находилась в допустимых пределах и обеспечивала загрузку двигателей МТЗ-80 в пределах 60,7-87,8%.

При уборке сахарной свеклы на почвах с повышенной твердостью почв (3-4 МПА), сформированных в условиях резко-континентального климата зоны возделывания сахарной свеклы приводит к высокой травмированности корней неадаптированными к работе свеклоуборочными комбайнами. Недостатком их выкапывающих рабочих органов является неудовлетворительное заглубление на твердых и плотных почвах, неудовлетворительное крошение пласта почвы, препятствующее извлечению корней и значительное залипание почвой при ее повышенной влажности.

В связи с этим нами разрабатывается адаптированный к почвенным условиям экспериментальный выкапывающий рабочий орган, конструкция которого будет предусматривать необходимую степень заглубления, дополнительное крошение и сепарирование твердой почвы.

Экспериментальный образец комбинированного выкапывающего устройства комбайна состоящего из рыхлителя, который служит для разрушения связи корнеплода с почвой, дисковых рабочих органов, которые подбирают корнеплоды с предварительной их очисткой от почвенных остатков и битера обеспечивающего подачу корнеплода на специальный бункер для сбора корнеплодов или в очистительно-транспортирующие рабочие органы свеклоуборочного комбайна (рисунок 4)



Рисунок 4 - Экспериментальный образец комбинированного выкапывающего устройства

Предварительные испытания экспериментального образца проводились на территории ТОО Казахский НИИ земледелия и растениеводства с 26 сентября по 1 октября 2025 года

Функциональные показатели. Согласно полученным данным экспериментальный образец имел стабильную глубину подрезания пласта почвы, которая соответствовала установочной, при $\pm\sigma = 3,95\text{ см}$ и $\gamma = 16\%$. Количество образовавшихся крупных комков почвы, способных повредить корнеплоды было меньше допустимой по ТЗ величины и составляло 3,5%. Повреждений корнеплодов обнаружено не было. Показатели, характеризующие качество работы экспериментального образца: потери неподкопанных корнеплодов (0%) количество корнеплодов утерянных на поверхности поля (5%); загрязненность корнеплодов (8,5%); массовая доля корнеплодов с механическими повреждениями (8,1%) соответствовали требованиям технического задания.

После доработки конструкции комбинированного выкапывающего устройства будет разработан и изготовлен корнеуборочный комбайн.

В дальнейшем по результатам предварительных испытаний конструкции экспериментальных образцов разрабатываемых машин будут доработаны, будут изготовлены опытные образцы, проведены их приемочные испытания и подготовлена техническая документация для постановки разрабатываемых машин на производство

Из приведенных в статье данных следует, что для продовольственной безопасности республики необходимо сократить импорт сахара из зарубежных стран за счет увеличения валового сбора корней сахарной свеклы. С этой целью необходимо повысить ее урожайность и сократить потери при уборке.

Для достижения этой цели необходимо разработать технологический комплекс машин, адаптированный к работе на почвах с высокой твердостью, подверженных иссушению и заплыванию. С этой целью нами разрабатываются: культиватор вертикально-роторный для предпосевной фрезерной обработки почвы; сеялка комбинированная для предпосевной фрезерной обработки почвы и точного посева семян; универсальный культиватор для мелкой до 14 см и глубокой до 25 см обработки междурядий сахарной свеклы; свеклоуборочный комбайн адаптированный к почвенно-климатическим условиям региона и обеспечивающий низкую повреждаемость корней. Данные машины позволят увеличить урожайность сахарной свеклы, уменьшить потери корней при уборке, снизить затраты на возделывание сахарной свеклы.

Выходы

Разработан Технологический комплекс машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях Юга, Юго-Востока Казахстана адаптированный к работе на почвах региона. Включающий :

- культиватор вертикально-роторный для предпосевной фрезерной обработки почвы;

- сеялку комбинированную для предпосевной фрезерной обработки почвы и точного посева семян;
- универсальный культиватор для мелкой до 14 см и глубокой до 25 см обработки междурядий сахарной свеклы;
- комбинированное выкапывающее устройство для уборки корней сахарной свеклы.

Изготовлены экспериментальные образцы машин и проведены их предварительные испытания.

Согласно результатам испытаний экспериментальных образцов: машины работоспособны, качество выполнения ими технологических операций удовлетворительное, тяговое сопротивление находится в допустимых пределах для трактора МТЗ-80.

По результатам предварительных испытаний конструкции экспериментальных образцов разрабатываемых машин будут доработаны, будут изготовлены опытные образцы, проведены их приемочные испытания и подготовлена техническая документация для постановки разрабатываемых машин на производство.

Благодарность. Статья подготовлена в рамках НТП BR23992300 «Разработка и совершенствование технических средств и технологического оборудования, обеспечивающих реализацию научно-обоснованных технологий производства продукции растениеводства».

Благодарим всех сотрудников лаборатории «Механизация растениеводства» за оказанную помощь в проведении исследований.

Список литературы

- [1]. Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А., Цгоев А.Э., Коробейник И.А. RU 2749354 С1. Почвообрабатывающая фреза для обработки каменистых почв [Электронный ресурс] <https://media.gorskigau.ru/2023/08/patent-%E2%84%96-2749354-pochvoobrabatyvayushhaya-freza-dlya-obrakotki-kamenistyh-pochv.pdf>
- [2]. Ожерельев В.Н. Моделирование процесса взаимодействия с почвой рыхлительных пальцев ротационной бороны. 022г. Инновационная техника и технология. Т. 9. № 4 с46-52. ISSN 2414-9845 (Online)• ISSN 2410-0242 (Print)• https://itit58.ru/files/journals/1/articles/2022_4/2022_4_46-52.pdf
- [3]. Ожерельев В.Н. Исследование и конструирование фрезерных машин: 2019г Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. 196с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010713702/
- [4]. Ладутько С.Н., Заяц Э.В., Эбертс А.А. К определению мощности, потребной для привода вертикальной почвенной фрезы/ В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агронженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 4 С. 57-62. http://catalog.belal.by/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=belal&P21DBN=belal&S21STN=1&S21REF=10&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Салей%2C%20В.%20Н.
- [5]. Дробот В.А. Обоснование параметров горизонтального дискового рабочего органа Сельский механизатор. – 2015. – № 3. – С. 14-15. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23500898>
6. Rzaliev A.S., Goloborodko V.P., Bekmukhametov Sh.B. 2020. Combined tools for pre-sowing tillage to tractors of the class of 14, 20 and 30 kN. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agrarian Sciences*, 3 (57), pp. 51-58. Available from: https://www.researchgate.net/publication/342440602_combined_tools_for_pre-sowing_tillage_to_tractors_of_the_class_of_14_20_and_30_kn. DOI: [10.32014/2020.2224-526x.25](https://doi.org/10.32014/2020.2224-526x.25).
Дата обращения 16.07.2024.
- [7]. А. Рзалиев, С. Нургожаев, В. Голобородько, Д.Карманов, С.Бекбосынов. Комбинированное орудие для измельчения и заделки сидератов в почву в южной зоне

Казахстана. Научный журнал «Ізденистер, нәтижелер – Исследования, результаты», №2 (102), 2024 г., стр. 497-509 <https://journal.kaznaru.edu.kz/index.php/research/article/view/580>

[8]. Косолапов В.В., Скороходов А.Н., Косолапова Е.В. Результаты исследований экспериментальной сошниковой группы Приволжский научный вестник № 12-1 (40) – 2014 <https://cyberleninka.ru/article/n/rezulatty-issledovaniy-eksperimentalnoy-soshnikovoy-uppy/viewer>

9. Хижняк В.И., Мальцев П.С., Таранов В.А, Онищенко Е.А., Каймакова А.С., Хронюк В.Б., Лаврухин П.В. Анализ конструкций Пропашных Сеялок. Вестник аграрной науки Дона № 4 (52) 2020 <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-konstruktsiy-propashnyh-seyalok/viewer>

[10]. А.Ф. Никитин Рыхление почвы в междурядьях во второй половине вегетации сахарной свеклы. Сахарная свекла, №8. 2020. <https://sugarbeet.ru/archive/2020/08-20/ryxlenie-pochvyyi-v-mezhduryadyax-vo-vtoroj-polovine-vegetacpii-saxarnoj-sveklyi.html>

[11]. Никитин А.Ф. Влияние агротехнических и климатических факторов на сахаристость корнеплодов. Ж. Сахарная свекла №5,2025 <https://sugarbeet.ru/archive/2022/10/vliyanie-agrotexnicheskix-i-klimatiches-kix-faktorov-na-saxaristost-korneplodov.html>

[12]. Романюк Н. Н., Агейчик В. А., Еднач В. Н., Войнаш С. А., Соколова В. А., Партко С. А., Лопарева С. Г., Лопарев Д. В., Максимович К., Ю., Галимов Р., Р., Кокиева Г. Е. Рабочий орган культиватора. Патент RU 2 766 450 C1. МПК A01B 35/22. <https://patenton.ru/patent/RU2766450C1>

[13]. Маленко В.И. Рабочий орган для щелевания почвы Патент U2778853C1 СПК: [A01B13/08 A01B13/16](#), МПК: [A01B13/16 A01B13/08](#)

[14]. Florian Schneidera., Axel Dona., Inga Henningsb., Oliver Schmittmannb., Sabine J. Seidelc. 2017. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? Soil & Tillage Research 174. 193–204. Available from: URL: <https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.still.2017.07.005>. Дата обращения 15.07.2024.

[15]. Botta G. F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressia M., Tourn M. 2006. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annus* L.) yields. *Soil and Tillage Research*, Volume 91, Issues 1–2, December, Pages 164–172. Available from: URL: <https://www.researchgate.net/publication/223582023> Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower *Helianthus annus* L yields. Дата обращения 16.07.2024.

[16]. Федоренко В.Ф., Мишурев Н.П., Щеголихина Т.А., Минакова О.А., Бартенев И.И., Макаров В.А., Еремин П.А. Инновационные технологии производства, хранения и переработки сахарной свеклы: анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020.–92 с.

[17]. В.И. Горшенин, С.В. Соловьев, А.Г. Абросимов, А.В. Алешин. Совершенствование технологии и средств механизации при возделывании и уборке сахарной свеклы в условиях Центрального Черноземья . Теория и практика мировой науки. – 2017. –№12. – С. 78-81 <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizatsii-uborki-saharnoy-svekly/viewer>

[18]. Федоренко В.Ф., Мишурев Н.П., Щеголихина Т.А., Минакова О.А., Бартенев И.И., Макаров В.А., Еремин П.А. Инновационные технологии производства, хранения и переработки сахарной свеклы: анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020 – 92 с. <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniij/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1453-innovatsionnye-tehnologii-proizvodstva-khraneniya-i-pererabotki-sakharnoj-svekly-2020>

References

[1] Kudzaev A.B., Urtaev T.A, Sgoev A.E., Korobeinik I.A. RU 2749Z54 S1. Pochvoobrabatyvaiushaia freza dlja obrabotki kamenistyh pochv [Elektronnyi resurs] <https://media.gorskigau.ru/2023/08/patent-%E2%84%96-2749354-pochvoobrabatyvayushhaya-freza-dlya-nbrabotki-kamenistyh-pochv.pdf>

[2] Ojerelev V.N. Modelirovanie prosesa vzaimodeistvia s pochvoi ryhlitelnyh pälsev rotasionnoi borony. 022g. Innovacionnaia tehnika i tehnologija. T. 9. № 4 s46-52. ISSN 2414-9845

(Online) • ISSN 2410-0242 (Print) • https://itit58.ru/files/journals/1/articles/2022_4/2022_4_46-52.pdf

[3] Ojerelev V.N. Issledovanie i konstruirovanie frezernyh mašin: 2019g Bränsk: Izd-vo Bränski GAU, 2019. 196s. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010713702/

[4] Ladütko S.N., Zaia E.V., Eberts A.A. K opredeleniu mošnosti, potreboi dlä privoda vertikälnoi pochvennoi frezy/ V sbornike: Innovasionnye napravlenia razvitiia tehnologii i tehnicheskikh sredstv mehanizasii selskogo hozäistva Materialy mejdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferensii, posväšennoi 100-letiu kafedry selskohozäistvennyh mašin agroinjenernogo fakülteta Voronejskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Innovasionnaia tehnika i tehnologija. 2022. T. 9. № 4. S. 57-62. http://catalog.belal.by/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=belal&P21DBN=belal&S21STN=1&S21REF=10&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=Salei%2C%20V.%20N.

[5] Drobot V.A. Obosnovanie parametrov gorizontálnogo diskovogo rabochego organa Selski mehanizator. – 2015. – № 3. – S. 14-15. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23500898>

[6] Rzaliev A.S., Goloborodko V.P., Bekmukhametov Sh.B. 2020. Combined tools for pre-sowing tillage to tractors of the class of 14, 20 and 30 kN. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Agrarian Sciences, 3 (57), rr. 51-58. Available from: https://www.researchgate.net/publication/342440602_combined_tools_for_presowing_tillage_to_tractors_of_the_class_of_14_20_and_30_kn. DOI:10.32014/2020.2224-526x.25. Data obrašenia 16.07.2024.

[7] A.Rzaliev, S.Nurgojaev, V.Goloborödko, D.Karmanov, S.Bekbosynov. Kombinirovannoe orudie dlä izmelchenia i zadelki sideratov v pochvu v iujnoi zone Kazahstana. Nauchnyi jurnal «Izdeniester, nätijeler – Issledovania, rezültaty», №2 (102), 2024 g., str. 497-509

[8] Kosolapov V.V., Skorohodov A.N., Kosolapova E.V. Rezültaty issledovani eksperimentálnoi sošnikovoi gruppy Privoljski nauchnyi vestnik № 12-1 (40) – 2014 <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-issledovaniy-eksperimentalnoy-soshnikovoy-gruppy/viewer>

[9] Hijnäk V.İ., Mälsev P.S., Taranov V.A, Onišenko E.A., Kaimakova A.S., Hronük V.B., Lavruhin P.V. Analiz konstruksi Propaşnyh Seialok Vestnik agrarnoi nauki Dona № 4 (52) 2020 <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-konstruktsiy-propashnyh-seyalok/viewer>

[10] A.F. Nikitin Ryhlenie pochvy v mejdürädäh vo vtoroi polovine vegetasii saharnoi svezkly. Saharnaia svezkla, №8. 2020 <https://sugarbeet.ru/archive/2020/08-20/ryixlenie-pochvyi-v-mezhduryadyax-vo-vtoroj-polovine-vegetacii-saxarnoj-svezklyi.html>

[11] Nikitin A.F. Vlianije agrotehnicheskikh i klimaticeskikh faktorov na saharistos korneplodov. J. Saharnaia svezkla №5,2025 <https://sugarbeet.ru/archive/2022/10/vliyanie-agrotexnicheskix-i-klimatices-kix-faktorov-na-saxaristost-korneplodov.html>

[12] Romanük N. N., Ageichik V. A., Ednach V. N., Voinaş S. A., Sokolova V. A., Partko S. A., Lopareva S. G., Loparev D. V., Maksimovich K., İu., Galimov R., R., Kokieva G. E. Rabochi organ kultivatora. Patent RU 2 766 450 C1. MPK A01B 35/22. <https://patenton.ru/patent/RU2766450C1>

[13] Malenko V.İ. Rabochi organ dlä šelevania pochvy Patent U2778853C1 SPK: A01B13/08 A01B13/16 , MPK: A01B13/16 A01B13/08

[14] Florian Schneidera., Axel Dona., Inga Henningsb., Oliver Schmittmannb., Sabine J. Seidelc. 2017. The effect of deep tillage on crop yield – What do we really know? Soil & Tillage Research 174. 193–204. Available from: URL: <https://www.scihub.ru/10.1016/j.still.2017.07.005>. Data obrašenia 15.07.2024.

[15] Botta G. F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressia M., Tourn M. 2006. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (Helianthus annus L.) yields. Soil and Tillage Research, Volume 91, Issues 1–2, December, Pages 164-172. Available from: URL: https://www.researchgate.net/publication/223582023_Deep_tillage_and_traffic_effects_on_subsoil_compaction_and_sunflower_Helianthus_annus_L_yields. Data obrašenia 16.07.2024.

[16] Fedorenko V.F., Mişurov N.P., Şegolihina T.A., Minakova O.A., Bartenev İ.İ., Makarov V.A., Eremin P.A. Innovasionnye tehnologii proizvodstva, hranenia i pererabotki saharnoi svekly: analit. obzor. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2020. – 92 s.

[17] V.İ. Gorşenin, S.V. Solövöv, A.G. Abrosimov, A.V. Alehin. Sovershenstvovanie tehnologii i sredstv mehanizasii pri vozdelyvanii i uborke saharnoi svekly v usloviah Sentral'nogo Chernozemä. Teoria i praktika mirovoi nauki. – 2017. – №12. – S. 78- 81
<https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mehanizatsii-uborki-saharnoy-svyokly/viewer>

[18] Fedorenko V.F., Mişurov N.P., Şegolihina T.A., Minakova O.A., Bartenev İ.İ., Makarov V.A., Eremin P.A. Innovasionnye tehnologii proizvodstva, hranenia i pererabotki saharnoi svekly: analit. obzor. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2020. – 92s.
<https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnnye-kopii-izdanij/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1453-innovatsionnye-tehnologii-proizvodstva-khraneniya-i-pererabotki-sakharnoj-svekly-2020>

A.C. Рзалиев*, В.П. Голобородько, С. Бекбосынов, И.Т. Мизанбеков

ТОО «НПЦ АгроИнженерии», г. Алматы, Казахстан, rzaliev@mail.ru*

**ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖАҒДАЙЫНДА
ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫН ӨНДІРУТЕ ЖӘНЕ ЖИНАУГА АРНАЛҒАН
МАШИНАЛАРДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КЕШЕНИ**

Аңдатта

Қант қызылшасын өндіруге арналған қолданыстағы шаруашылықтардағы техникаларға талдау келтірілген. Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарының топырағы кеуіп кетуге, қабыршақтануға және жоғары қаттылануға бейім болып келеді. Нәтижесінде, қант қызылшасын өндірудің дәстүрлі технологиясы осы жағдайларда күтілетін нәтижелерді: өсінділердің оңтайлы тығыздығы, өсімдікдің өсу жағдайлары және сонында шығындарды өтеуді және пайдалылықты қамтамасыз ететін өнімділікке қол жеткізілмейді.

Қант қызылшасын өндіру негізінен шағын және орта шаруашылықтарда шоғырланған, олар экономикалық себептерге байланысты шетелдік өндірушілер ұсынатын қымбат топырақ өндеуге, тұқым себуге және қызылша жинауға арналған жабдықтарды сатып ала алмайды.

Қант қызылшасын өндірудің дәстүрлі технологиясын жер жырту, себу алдында топырақты бірнеше рет қосыту, жер қыртысын тегістеу, тұқым себу, қатар аралықтарын 25 см тереңдікке дейін өндеу, түбірді жинау құрайды. Сонымен қатар, өндеу мен тұқым себу арасындағы уақыттың кідірісі топырақтың кебуіне соқтырады. Сонымен қатар, пассивті жұмыс бөліктері бар топырақ өндейтін құрал-саймандар қант қызылшасының тұқымын кейіннен жоғары сапалы себу үшін қажетті топырақтың қосытуын қамтамасыз етпейді.

Шілде және тамыз айларында жүйелі суару және ауаның жоғары температуралығы нәтижесінде қант қызылшасының қатарарапалығында топырақ қаттылығы 3-4 МПа жоғары мәндерге жетеді, мұндай жағдай ылғалдың қызылша тамырларына жетуіне және газ алмасуына кедергі жасайды. Өндірушілер шығаратын отамалы дақылдарға арналған культиваторлар қатар аралықты жеткілікті тереңдікте (12-14 см) өндемейді. Шаруашылықтарда бар қант қызылшасын жинайтын комбайндардың қант қызылшасының түбірін зақымдау дәрежесі шектен жоғары. Жоғарыда айтылғандарға байланысты зерттеудің мақсаты машина-трактор агрегаттарының (МТА) егістікте жүріс санын азайтуды, технологиялық операциялар арасындағы уақыттық аралықты қысқарту, топырақты сапалы қосыту және тұқым себу, қант қызылшасы қатарарапалығын 25 см-ге дейін терең қосыту, қызылша түбірлерін зақымданусыз жинау бойынша машиналар технологиялық кешенін өзірлеу болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін тұқым себер алдындағы фрезалық өндеу мақсатында вертикальды-роторлы культиватор, тұқым себер алдындағы фрезалық өндеуді және дәл себуді қамтамасыздандырушы күрделі сепкіш, Қант қызылшасы қатарарапалығын беткі (14 см-ге дейін) және терең (25 см-ге дейін) өндеуге арналған әмбебап қосытқыш; аймақтың

топырақтық-климаттық жағдайына бейімделген және тамырдың аз зақымдануын қамтамасыз ететін қант қызылшасын жинауын комбайн әзірленеді.

Кілт сөздер: Қант қызылшасы, өндіру, дәстүрлі технология, тік – роторлы культиватор, дәл сепкіш, қатарарапалық өңдеуіш культиватор, түбір жинау, түбірдің зақымдануы

A.S. Rzaliev*, V.P. Goloborodko, S. Bekbosynov, I.T. Misanbekov

*LLP "NPC Agroengineering", Almaty, Kazakhstan, rzaliev@mail.ru**

TECHNOLOGICAL COMPLEX OF MACHINES FOR CULTIVATION AND HARVESTING OF SUGAR BEETS IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH AND SOUTH-EAST OF KAZAKHSTAN

Abstract

An analysis of the farming equipment currently available in agricultural enterprises for sugar beet cultivation was conducted. The soils in the southern and southeastern zones of Kazakhstan are prone to desiccation, clogging, and have increased hardness. As a result, the traditional sugar beet cultivation technology under these conditions fails to yield the expected results: optimal seedling density, favorable conditions for plant growth, and ultimately, a harvest volume that ensures cost recovery and profit generation. Sugar beet production is mainly concentrated in small and medium-sized farms, which, for economic reasons, cannot afford the expensive tillage, seeding, and beet-harvesting units offered by foreign manufacturers.

The traditional sugar beet cultivation technology involves plowing, several pre-sowing soil loosenings, leveling, sowing, inter-row cultivation to a depth of up to 25 cm, and beetroot harvesting. Meanwhile, the time gap between soil treatment and sowing operations leads to soil desiccation. Furthermore, tillage implements with passive working parts do not provide the necessary soil crumbling for subsequent high-quality sugar beet seed planting.

As a result of systematic irrigation and high temperatures in July and August, the soil hardness in the sugar beet inter-rows reaches high values of 3–4 MPa, which impedes moisture penetration to the beet roots and gas exchange. Serially produced row-crop cultivators treat the inter-rows to an insufficient depth (12–14 cm).

The degree of damage to sugar beet roots caused by the available harvesting combines in the farms exceeds the permissible limit.

In light of the above, the research goal is the development of a technological machine complex that ensures a reduction in the number of passes of machine-tractor units (MTUs) over the field, a reduction the time gap between technological operations, high-quality soil crumbling and seed planting, deep inter-row cultivation up to 25 cm, and root harvesting with low damage levels.

To achieve this goal, the following will be developed: a vertical-rotary cultivator for pre-sowing rotary tillage; a combined planter for pre-sowing rotary tillage and precision seed sowing; a universal cultivator for shallow (up to 14 cm) and deep (up to 25 cm) sugar beet inter-row cultivation; and a beet harvester adapted to the regional soil and climatic conditions, ensuring low root damage.

Key words: Sugar beet, cultivation, traditional technology, vertical-rotary cultivator, precision planter, inter-row cultivator, root harvesting, root damage.

Вклад авторов

Рзалиев А.С. Концептуализация. Курирование данных

Голобородько В.П.: курирование данных, методология

Бекбосынов С.: курирование данных, методология

Мизанбеков И.: методология, формальный анализ