

Ten Yevgeniy Alekseyevich – Master of Agronomy, PhD student of the Omsk State Agrarian University, Head of the Department of grain legumes, oilseeds, and cereal crops of the A.I.Barayev Research and Production Center for Grain Farming LLP, 021601, Nauchnyi village, 15 Barayev Str., e-mail: jekon_t87.07@mail.ru.

МРНТИ 68.85.35

УДК 631.331

<https://doi.org/10.52269/KGTD2531224>

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ШИРОКОЗАХВАТНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО УЛУЧШЕНИЯ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ

Полищук Ю.В. – кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации животноводства, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Бинюков Ю.В. – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Комаров А.П.* – магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Лаптев Н.В. – магистр сельского хозяйства, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Костанай, Республика Казахстан.

Подсев ценных в кормовом отношении трав в дернину производят обычно на сенокосах с выродившимся травостоем, на «выбитых» чрезмерным выпасом пастбищах. Подсев проводят «в разброс» либо сеялками с дисковыми или анкерными сошниками. Применение разбросного подсева на травостоях с плотной дерниной неэффективно из-за низкой всхожести семян и слабой приживаемости всходов. Конкуренция появившимся всходам со стороны аборигенной растительности за свет, влагу и питательные вещества очень высокая. Для улучшения приживаемости предварительно проводят боронование игольчатыми или дисковыми боровами или опрыскивание гербицидами. В статье представлена информация по обоснованию конструктивно-технологической схемы широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ, результаты аналитического обзора существующих технологий и технических средств для подсева семян трав на сенокосах и пастбищах. Обоснование конструктивно-технологической схемы для разработки широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. При проведении исследований использован аналитический метод сравнения достоинств и недостатков конструкций существующих технических средств и их характеристик. По результатам проведенных исследований обоснована конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. Уточнение конструктивно-технологической схемы будет проводиться в полевых условиях с использованием лабораторно-полевой установки.

Ключевые слова: сенокосы, пастбища, поверхностное улучшение, подсев трав, конструктивно-технологическая схема.

ШАБЫНДЫҚТАР МЕН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫҢ ЖЕР БЕТІН ЖАҚСARTУҒА АРНАЛҒАН КЕҢ КӨЛЕМДІ АГРЕГАТТЫҢ ЖОБАЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАСЫН НЕГІЗДЕУ

Полищук Ю.В. – техника ғылымдарының кандидаты, мал шаруашылығын механикаландыру зертханасының меңгерушісі, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Бинюков Ю.В. – техника ғылымдарының кандидаты, директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Комаров А.П.* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Лаптев Н.В. – ауыл шаруашылығы магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Жемшөптік маңызы бар бағалы шөптерді шымтезекке қайта себу әдетте тозған шабындықтарда және шамадан тыс мал жаю салдарынан «тозған» жайылымдарда жүргізіледі. Қайта себу «шашып себу» әдісімен немесе дискілі не анкерлі ашқыштары бар тұқымсепкіштермен жүзеге асы-

рылады. Тығыздығы жоғары шөптерге шашыраңқы себуді қолдану тұқымның өнгіштігінің төмендігіне және ал өскіндердің тіршілікке бейімделуі нашар. Жергілікті өсімдіктер өскіндермен жарық, ылғал және қоректік заттар үшін қатты бәсекелеседі, бұл олардың қалыпты өсіп-жетілуіне кедергі келтіреді. Тіршілік етуді жақсарту үшін алдымен ине немесе дискілі тырмамен тырмалау немесе гербицидтермен бүрку жүргізіледі. Мақалада шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартылатын агрегаттың сындарлы-технологиялық схемасының негіздемесі, шабындықтар мен жайылымдарда шөп тұқымын себуге арналған қолданыстағы технологиялар мен техникалық құралдарға аналитикалық шолу нәтижелері туралы ақпарат берілген. Шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартқыш агрегатты әзірлеуге арналған сындарлы технологиялық схеманың негіздемесі. Зерттеулер жүргізу кезінде қолданыстағы техникалық құралдар конструкцияларының артықшылықтары мен кемшіліктерін және олардың сипаттамаларын салыстырудың аналитикалық әдісі қолданылды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша шабындықтар мен жайылымдарды Үстірт жақсарту үшін кең тартқыш агрегаттың сындарлы-технологиялық схемасы негізделген. Конструктивтік-технологиялық схеманы нақтылау далалық жағдайларда зертханалық-далалық қондырғыны пайдалана отырып жүргізілетін болады.

Түйінді сөздер: шабындықтар, жайылымдар, жер бетін жақсарту, шөп егу, конструкторлық технологиялық схема.

JUSTIFICATION OF THE STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF A WIDE-CUT IMPLEMENT FOR SURFACE IMPROVEMENT OF HAYFIELDS AND PASTURES

Polichshuk Yu.V. – Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of livestock production engineering, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Binyukov Yu.V. – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Komarov A.P. – Master of Agricultural Sciences, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Laptev N.V. – Master of Agriculture, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Reseeding of forage-valuable grasses into sod is usually carried out on hayfields with degraded grass stands and on pastures depleted by excessive grazing. Reseeding is carried out by broadcasting or with seed drills equipped with disc or hoe coulters. Broadcasting on grass stands with dense sod is ineffective due to low seed germination and poor survival rate of seedlings. The emerging seedlings face strong competition from native vegetation for light, moisture, and nutrients. To improve establishment, preliminary harrowing with spiker or disc harrow, or herbicide spraying, is performed.

The article presents data on the justification of the structural and technological scheme of a wide-cut implement for the surface improvement of hayfields and pastures, as well as the results of an analytical review of existing technologies and technical means for reseeding forage grasses on hayfields and pastures. The structural and technological scheme for developing a wide-cut implement for surface improvement of hayfields and pastures is substantiated. (тағмология, одна и та же фраза повторяется в разных формулировках) In the research, an analytical method was used to compare the advantages and disadvantages of existing technical means and their characteristics. Further refinement of the scheme will be carried out under field conditions using a laboratory–field installation.

Key words: hayfields, pastures, surface improvement, grass reseeding, structural and technological scheme.

Введение.

В Республике Казахстан животноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства, а также одним из основных направлений в аграрном секторе с высоким экспортным потенциалом. Основным фактором в развитии животноводства является кормопроизводство. Естественные луга, пастбища и сеяные травостой являются источником грубых кормов, которые в настоящее время доминируют в кормовом рационе крупного рогатого скота. Продуктивность сеяных травостоев с увеличением сроков возделывания снижается. Темпы снижения урожаев зависят в основном от способов обработки, использования и видов высеваемых трав. Максимальный срок, при котором травостой по урожайности приближается к уровню целинных земель, составляет 8-10 лет, однако уже на 5-6 год использования наблюдается резкое снижение урожайности. По данным многолетних наблюдений ВНИИЗХ, урожайность естественных сенокосов в среднем составляет 2-3 ц/га с абсолютным максимумом 5-7 ц/га во влажные годы [1, с.16]. Для повышения продуктивности требуется улучшение травостоев – проведение комплекса мероприятий по поддержанию урожайности на определенном уровне [2, с. 270; 3, с. 37; 4, с. 16].

По данным Агентства по статистике в северном регионе Республики Казахстан находится 21 млн. га. пастбищ и более 600 тыс. га. сенокосов. В большинстве своем они заняты старовозрастными травами. Фермерские хозяйства нуждаются в низкзатратных и в то же время эффективных способах повышения продуктивности травостоев.

В сельскохозяйственном производстве используют два способа улучшения старовозрастных многолетних трав это коренное и поверхностное. Коренное улучшение предусматривает полное уничтожение аборигенной растительности в процессе подготовки почвы и посев элитных семян трав. Поверхностное улучшение направлено на повышение урожайности без или при незначительном нарушении дернины. Выбор способа улучшения зависит от состояния травостоя и возможностей хозяйств. Одними из самых эффективных способов поверхностного улучшения является азрация дернины и подсев трав [5, с. 242; 6, с. 98; 7, с. 55]. Щелевание старовозрастных травостоев показало достаточно высокую его эффективность, в особенности на плотных травостоях с преобладанием ценных в кормовом отношении трав.

Подсев ценных в кормовом отношении трав в дернину производят обычно на сенокосах с выросшимся травостоем, на «выбитых» чрезмерным выпасом пастбищах [8, с. 135; 9, с. 47]. Подсев проводят «в разброс» либо сеялками с дисковыми сошниками. Как правило, применение разбросного подсева на травостоях с плотной дерниной неэффективно из-за низкой всхожести семян и слабой приживаемости всходов. Аборигенная растительность очень сильно влияет на рост и развитие появившихся всходов, так как возникает очень высокая конкуренция за свет, влагу и питательные вещества. Для улучшения приживаемости молодых растений предварительно проводят боронование дисковыми боронами или опрыскивание гербицидами. Подсев можно считать успешным, если на следующий год доля подсеянных трав в урожае составляет не менее 25–30% [10, с. 7].

Качественно иные и значительно более благоприятные условия для прорастания семян, выживания и развития всходов подсеваемых трав создаются при подсеве по полосам, на которых дернина интенсивно обрабатывается, семена попадают в хорошо подготовленную разрыхленную почву, а корневая конкуренция травостоя в результате обработки дернины существенно ослабляется. Наши исследования показали достаточно высокую эффективность полосного подсева бобовых трав, совмещенную с глубокой азрацией дернины щелевателями [11, с. 385]. Однако полосный подсев ввиду того, что подготовка полосы выполняется фрезами с активным приводом, достаточно энергоемок и имеет низкую производительность, поэтому оправдан только на подсеве бобовых трав на достаточно увлажненных участках.

Менее энергоемким и более эффективным, по сравнению с полосным, является строчный подсев. При строчном посеве обработка почвы проводится в строчке, которая создает условия для прорастания семян и препятствует конкуренции со стороны аборигенного травостоя. Ширина обработанной полосы при строчном подсеве 2-6 см, полосной подсев выполняется в полосах шириной 15-45 см и более. Поскольку технологические операции обработки почвы, посева, прикатывания при подсеве семян трав могут быть совмещены во времени, то основное распространение получили машины и орудия, осуществляющие весь технологический процесс за один проход [12, с. 136; 13, с. 11; 14, с. 63].

В странах дальнего зарубежья наибольшее распространение получили сеялки прямого посева, оборудованные пассивными дисковыми сошниками. К примеру, голландская сеялка «Vredo» производит непосредственный посев семян трав в нарезанную двухдисковым сошником V-образную бороздку с последующим прикатыванием [15, с. 62]. В сеялке «Uni Drill» фирмы «Moore» (Великобритания) технологический процесс подсева отличается тем, что заводят однодисковые сошники парно, которые подпружинены с прикатывающими катками, что обеспечивает хорошее копирование поверхности поля. Сеялки MF-130, Bettinson DD (Великобритания), Huard SD-300 (Франция) оснащены трехдисковыми рабочими органами, так называемый тандем. При их работе первый диск, расположенный наклонно, разрезает дернину. Следующий за ним двухдисковый сошник образует в предварительно надрезанной дернине бороздку и высевает семена. За счет предварительного надрезания обработка дернины и посев семян производится более качественно. Различия между конструкциями тандемов заключаются в углах установки передних вскрывающих дисков и типе связи между дисковым ножом и основным двухдисковым рабочим органом: жесткое или независимое. Величина заглубления сошников регулируется при помощи гидравлической системы трактора и дополнительных грузов.

Одной из наиболее распространенных сеялок для ухода за пастбищами в Австралии и Новой Зеландии являются сеялки «Seedmatic» компании «Aitchinson», которые имеют модификации как с дисковыми, так и с анкерными сошниками. Анкерные сошники устанавливаются на подпружиненной стойке, что позволяет при появлении препятствия на поле избежать их поломки. Преимуществами сеялок с дисковыми и анкерными сошниками являются простота конструкции, надежность в работе. В то же время их эффективное использование возможно лишь на слабозадернелых почвах лугов и пастбищ с высоким плодородием, а также при посеве трав в стерню зерновых.

Для более качественной предпосевной обработки в конструкциях сеялок применяют активные рабочие органы, имеющие привод от вала отбора мощности трактора [16, с. 67]. Так на сеялке «John Deere» (США) установлена фреза, выполненная в виде диска, гофрированного по внешнему диаметру.

Машина «Power Till» (США) содержит так же дисковую фрезу, диски которой выполнены зубчатыми [17, с. 358]. За фрезой установлен сошник, заделывающий семена и прикатывающий каток. Аналогичную конструкцию имеет машины МПТД-6(12) (Россия) [18, с. 279]. Активный привод рабочих органов обеспечивает высокое качество подготовки борозды, но имеет высокую энергоемкость. Сеялки с активным приводом имеют небольшую ширину захвата, низкую скорость движения и высокую массу, необходимую для заглубления фрезерных рабочих органов.

Поля, занятые под старовозрастными травостоями в северном регионе Казахстана, характеризуются высокой твердостью почвы, низкой влажностью поверхностного слоя, наличием кочек – кустов трав. Все это в совокупности усложняет проведение подсева трав. Поскольку вышеописанные сеялки разработаны для более благоприятных почвенно-климатических условий Европы и имеют ограничение по твердости почвы, они зачастую неработоспособны на казахстанских травостоях или некачественно выполняют технологический процесс, имеют высокую стоимость [19, с. 243; 20, с. 75]. В зонах недостаточного увлажнения эффект от применения подсева снижается, т.к. лимитирующим фактором здесь является влага. Для повышения эффективности подсева его эффективно совмещать по фону полосного рыхления (щелевания). Существующие машины не способны работать на полях после проведенного полосного рыхления, они не обеспечивают с копированием поверхности поля [21, с. 88].

Для осуществления посева трав на таких полях применяют раздельное выполнение операций. Для подготовки почвы используют дисковые лушпильники, дисковые бороны. При необходимости производится несколько проходов, перпендикулярно друг другу. Затем производится высев зернотравяными сеялками с последующим прикатыванием травяными катками. Такой способ подсева трав довольно энергоемок и низкопроизводителен.

Цель работы – обоснование конструктивно технологической схемы для разработки широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ.

Задачи исследований: разработать и обосновать конструктивно-технологическую схему широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ.

Таким образом, проблема заключается в отсутствии машин, обеспечивающих качественное выполнение технологического процесса подсева в почвенно-климатических условиях северного региона Казахстана, притом, что подсев трав является достаточно эффективным способом улучшения старовозрастных травостоев.

Материалы и методы.

При проведении исследований по обоснованию конструктивно технологической схемы был использован аналитический метод сравнения достоинств и недостатков конструкций существующих технических средств подсева семян трав и их технических характеристик.

Результаты.

Поверхностное улучшение проводится в том случае, если наличие ценных трав в травостое более 35-45%, а сорных растений менее 20-30%, залесенность, закустаренность, заочкаренность, заболоченность не должны превышать 20-30% общей площади кормового угодья.

Качественное выполнение технологического процесса подсева семян трав в дернину (поверхностное улучшение) на сухих и твердых почвах в степных засушливых зонах Казахстана зависит от правильно выбранной технологической схемы орудия. В первую очередь орудие должно обеспечить требуемые показатели качества выполнения технологического процесса. Показатели качества выполнения технологического процесса подсева семян трав в дернину должны соответствовать следующим требованиям:

- глубина рыхления поверхностного слоя – 5 см, если почвенные условия позволяют, то подсев проводят без предварительного рыхления;
- отклонение от заданной глубины обработки не должно превышать $\pm 10\%$;
- глубина посева: мелкие семена бобовых трав заделываются на глубину 2-3 см, крупные 4-5 см, злаковые на глубину 3-5 см;
- норма высева при сплошном подсеве (донник, житняк, пырей, кострец) – 10-12 кг/га, люцерна 8-10 кг/га, эспарцет – 40 кг/га;
- отклонение фактической нормы высева семян от заданной допускается не более $\pm 3\%$;
- повреждение растений (культурных трав) не должно превышать 10 %.
- почвенные фракции при подсеве должны быть размером не более 25 мм, а их количество должно быть не менее 80% (эти требования не относятся к сеялкам прямого посева, с дисковыми или анкерными сошниками).

Эти показатели могут быть достигнуты при твердости почвы не более 2,5 МПа и влажности 12-25%.

Анализ научно-технической и патентной литературы показал, что на сегодняшний день, для подсева семян трав на сенокосах и пастбищах широко применяются сеялки фирмы «Vredo» (Нидерланды), Bettinson DD (Великобритания), Huard SD-300 (Франция), «GrassFarmer» (Австралия), Agriseeder (Россия), PNEUMATICSTAR-STI (Австрия), FRONTIER Drills – CS1360, (США). В таблице 1 представлен сравнительный анализ достоинств и недостатков существующих и используемых в сельскохозяйственном производстве сеялок для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ. Проведенный анализ технологических схем существующих сеялок показал, что все они выполнены по разным технологическим схемам.

Таблица 1 – Сравнительный анализ конструктивных решений технических средств для подсева семян трав в дернину

Марка и страна производитель	Достоинства	Недостатки
«Vredo», Нидерланды	Идеальное для трав междурядье – 7,5 см, в отличие от большинства сеялок, заточенных на сев зерновых с междурядьем 15 см, слишком широким и оставляющим много места для сорняков. Сеялка обеспечивает высокую техническую и технологическую надежность выполнения работ. Прочная конструкция обеспечивают большой срок службы сеялки с меньшим сервисом и обслуживанием	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает заглубляемость дисков в почву на требуемую глубину. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы или увеличить массу сеялки
«MF Metal Fach», Россия	Технологический процесс выполняется качественно, высокая техническая надежность. Можно применять для посева зерновых и травяных культур, травосмесей	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает заглубляемость дисков в почву на требуемую глубину. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы или увеличить массу сеялки
«Aitchison Grassfarmer», Новая Зеландия	Предназначена специально для пастбищ, требующих обновления и восстановления, также подходит для окультуренных почв. Точный механизм системы высева от 1 кг/га и до 350 кг/га. Анкерные сошники устанавливаются на подпружиненной стойке, что позволяет при появлении препятствия на поле избежать их поломки. Высокая технологическая и техническая надежность, даже на каменистых почвах	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивает качественного выполнения технологического процесса по повреждению растений (культурных трав). При низкой энергоемкости недостаточная ширина захвата (1,2-2,7 м), что говорит о низкой производительности при допустимой скорости движения
Agriseeder, Россия	Рама дисковой сеялки разделена на секции по 1 м, на каждой из которых установлен гидравлический цилиндр. Все цилиндры связаны между собой, поэтому давление каждого из них выравнивается в зависимости от профиля обрабатываемого участка. Это улучшает работу автоматического повторения профиля, позволяет точно выдерживать рабочую глубину	Высокая материалоемкость из-за навешенных балластных грузов. Высокая энергоемкость для сеялки с дисковыми сошниками, при ширине захвата (3-4 м) необходимы тракторы мощностью 120-140 л.с.
PNEUMATIC-STAR-STI, Австрия	При определенных почвенных условиях сеялка-борола обеспечивает высокую техническую и технологическую надежность выполнения работ. Прочная рама обеспечивают большой срок службы. Существенная ширина захвата (6 м) и низкая энергоемкость обеспечивают высокую производительность	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Для выполнения технологического процесса посева необходимо предварительно произвести рыхление поверхностного слоя почвы
FRONTIER Drills- CS1360 (США)	На почвах с низкой твердостью, качество крошения почвы будет хорошим, из-за того, что задний барабан приводится во вращательное движение за счет цепного привода от переднего барабана. Прикатывающий каток обеспечивает хороший контакт семян с почвой. Обеспечивается высокая техническая и технологическая надежность выполнения работ	При низкой влажности и высокой твердости почвы не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Сеялка предназначена для работы в оптимальных почвенных условиях. Принудительное заглубление сеялки (увеличение массы) на твердых и сухих почвах может привести к отказу цепного привода

Проведенный анализ конструкций существующих технических средств для подсева семян трав, представленных в таблице 1 показал, что они имеют надежную конструкцию и качественно выполняют технологический процесс при твердости почвы 1,3-2,0 МПа. При твердости почвы свыше 2,0 МПа не обеспечивается необходимая глубина рыхления почвы и качественная заделка семян. Выполнение технологического процесса на более твердых почвах приводит к увеличению энергоемкости.

Для качественного выполнения технологического процесса на сухих и твердых почвах северного региона РК необходимы рабочие органы, которые обеспечат качественное выполнение технологического процесса при твердости 2,5 МПа.

В таблице 2 представлен сравнительный анализ параметров качества выполнения работ существующими рабочими органами для использования в технологическом процессе заделки семян трав в дернину. Анализ произведен с целью определения показателей качества, обеспечиваемых рабочими органами бороны зубовой БЗСС-1,0, бороны мотыги БМШ, бороны цепной БЗЦ, бороны пружинной и сеялки дисковой.

Таблица 2 – Сравнительный анализ параметров качества выполнения работ существующих рабочих органов

Параметр	Техническое средство				
	Борона зубовая БЗСС-1,0	Борона мотыга БМШ	Борона цепная БЗЦ	Борона пружинная	Сеялка дисковая
	Показатель параметра				
Твердость почвы на глубине 0-10 см, МПа	до 1,4	до 2,5	до 1,1	до 1,6	до 2,0
Влажность почвы, %	13-27	12-25	18-25	13- 27	15-25
Рабочая скорость движения, км/ч	до 15	8-12	9-15	8-12	9-12
Глубина обработки, см	3-8	4-10	4-6	2-9	4-8
Отклонение от заданной глубины, ± см	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0
Диаметр комков, не более 25 мм, не менее 80%	80	86	80-85	72-97	–
Гребнистость поверхности, см	4,3	3,0	1,5-2,3	1,6-2,0	не более 1
Сохранение растительности на поверхности поля, %	вычесывает	не менее 70	81-87	не менее 90	100
Энергоемкость, л.с./м	15,0	12,0	7,0	5,3	25

Анализ данных представленных в таблице 2 показал, что качественное выполнение технологического процесса при максимальной твердости почвы 2,5 МПа обеспечивают игольчатые рабочие органы бороны мотыги БМШ, дисковая сеялка – 2,0 МПа, борона цепная БЗЦ – 1,1 МПа, борона зубовая БЗСС-1,0 – 1,4 МПа, борона пружинная – 1,6 МПа. Необходимо уточнить, что максимальная твердость почвы на старовозрастных многолетних травах, на глубине 0-5 см, достигает 2,3 МПа. С учетом максимальной твердости дисковые сеялки, бороны зубовые, цепные и пружинные необходимо использовать после предварительного рыхления поверхностного слоя.

Граница по влажности для всех рабочих органов примерно одинаковая нижняя граница 12-13%, верхняя – 25-27%. У цепной бороны нижняя граница составляет 18%, это говорит о том, что при меньшей влажности рабочий орган не выполняет технологический процесс (не заглубляется в почву на требуемую глубину).

Скоростной режим при выполнении технологического процесса у всех рабочих органов примерно одинаковый – 8-15 км/ч, однако практика показывает, что на сенокосах и пастбищах максимальный скоростной режим МТА не более 8 км/ч, это обусловлено неровностью поверхности участка.

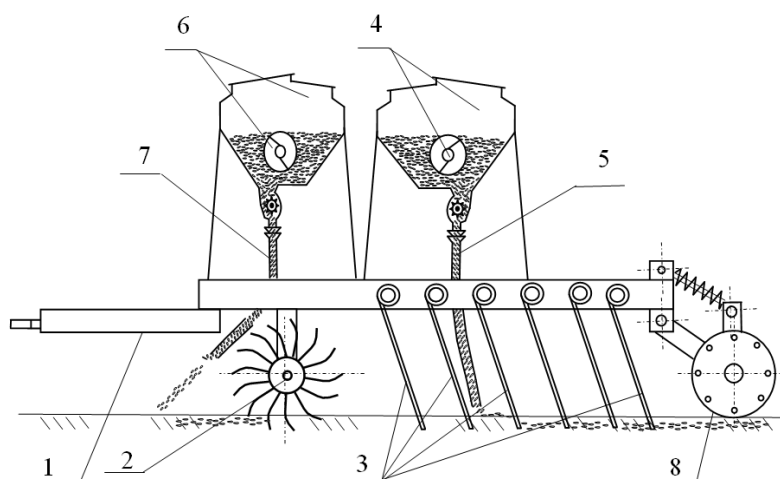
Агротехнические показатели у всех рабочих органов соответствуют требованиям, предъявляемым к процессу, и незначительно отличаются между собой. Зубовая борона по одному показателю «сохранение растительности на поверхности поля» значительно отличается от остальных. Рабочие органы бороны зубовой БЗСС-1,0 не сохраняют растительные остатки на поверхности, а интенсивно их вычесывают. Через определенный период времени их надо очищать по причине того, что технологический процесс не выполняется вообще из-за того, что между рабочими органами (зубьев) набились растительные остатки.

Энергоемкость технологического процесса с использованием рассматриваемых рабочих органов существенно различается от минимального – 5,3 л.с./м (ширины захвата) у бороны пружинной, до 25 л.с./м у сеялки дисковой. Так же высокой энергоемкостью обладает борона зубовая БЗСС-1,0, её показатель 15 л.с./м.

На основании проведенного анализа установлено, что при тяжелых почвенных условиях на подсева семян трав (влажность 12%, твердость 2,3 МПа) выполнение технологического процесса заделки семян в почву сможет обеспечить борона мотыга БМШ. Зубовую борону можно исключить из дальнейшего участия в сравнительной оценке по двум причинам – высокая энергоемкость и вычесывание растительных остатков и как следствие плотное набивание их между рабочими органами (зубьями).

Достаточно низкой энергоемкостью обладают борона цепная БЗЦ и борона пружинная, но при этом у них очень низкие показатели по почвенным условиям, обеспечивающие выполнение технологического процесса (твердость почвы 1,1-1,6 МПа, влажность 18 и 13% соответственно). Для того, чтобы рабочие органы цепной и пружинной борон качественно заделывали семена в почву, поверхностный слой необходимо разрыхлить на глубину до 3-5 см., для этих целей можно использовать рабочие органы бороны мотыги. При этом если использовать расположение рабочих органов в один ряд, а не в два, как на бороне БМШ, можно снизить энергоемкость выполнения работ в два раза с 12 л.с./м до 6 л.с./м.

Таким образом, на основании анализа существующих технических средств для подсева семян трав и рабочих органов для рыхления почвы обоснована конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ (рисунок). Широкозахватный агрегат за один проход выполняет рыхление почвы, посев семян трав и внесение удобрений, заделку семян и удобрений в почву с послепосевным прикатыванием или без прикатывания. На раме агрегата в один ряд установлены игольчатые рабочие органы с углом атаки 10-20 град, за игольчатыми рабочими органами установлены пружинные пальцы в шесть рядов, первые два ряда пальцев – Ø12-14 мм, последующие – 10-12 мм. За пружинными пальцами установлен прикатывающий каток, рисунок 1.



- 1 – рама с прицепной петлей;
- 2 – игольчатые рабочие органы для рыхления почвы и заделки минеральных удобрений;
- 3 – пружинные рабочие органы для рыхления почвы, выравнивания обработанной поверхности и заделки семян;
- 4 – бункер с ворошилкой и высевным аппаратом для семян;
- 5 – семяпровод;
- 6 – бункер с ворошилкой и высевным аппаратом для туков;
- 7 – тукопровод;
- 8 – прикатывающий каток

Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ

Для уточнения конструктивно-технологической схемы широкозахватного агрегата для поверхностного улучшения сенокосов и пастбищ планируется проведение полевых экспериментальных исследований с использованием лабораторно-полевой установки и вариантов рабочих органов.

Обсуждение и заключение

Таким образом, на основании проведенного анализа конструкции существующих машин для подсева семян трав и рабочих органов для рыхления почвы и заделки семян трав в почву установлено, что необходимое качество выполнения технологического процесса заделки семян трав в дернину на максимально возможной скорости движения агрегата обеспечивают пружинные рабочие органы по предварительно разрыхленной почве игольчатыми рабочими органами бороны типа БМШ, после подсева необходимо произвести прикатывание.

Благодарность

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета промышленности Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан (проект № BR23992300).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постоялков, К.Д. Особенности создания и использования культурных пастбищ в степных районах Казахстана [Текст] / К.Д. Постоялков // Кормопроизводство на севере Казахстана: Сб. научн. тр. ВНИИЗХ. – Шортанды. – 1976. – С. 5-25.
2. Pochon A. From temporary to permanent grassland [Text] / A. Pochon // Fourrages. – 2013. – Volume 216. – pp. 269-274.

3. Инжечик, О.Г. Поверхностное улучшение деградированных пастбищ восточного Казахстана [Текст] / О.Г. Инжечик, С.А. Ахмадиева // Science and world. – 2020. – № 6 (82). Vol. I. – С. 36-38. ISSN 2308-4804.
4. Гулуева, Л.Р. Технология улучшения деградированных горных лугов и пастбищ Центрального Кавказа [Текст] / Л.Р. Гулуева // Аграрный вестник Урала. – 2023. – №. 06 (235). – С. 13-22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22.
5. by Josh S. Davy. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion [Text] / by Josh S. Davy, Katherine Dykier, Tony Turri and Elise Gornish. // California Agriculture. – 2017. – 71(4). – pp. 239-248. DOI: org/10.3733/ca.2017a0025.
6. Omokanye Akim. Forage Production and Economic Performance of Pasture Rejuvenation Methods in Northern Alberta, Canada [Text] / Akim Omokanye, Calvin Yoder, Lekshmi Sreekumar, Liisa Vihvelin & Monika Benoit // Sustainable Agriculture Research; – Vol. 7, – No. 2; – 2018. – pp. 94-110. DOI:10.5539/sar.v7n2p94.
7. Гребенников, В.Г. Эффективность старосеяных сенокосов при их улучшении на каштановых почвах [Текст] / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина // Эффективное животноводство. – №3. – Апрель, 2019. – С. 54-56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-1031.
8. Durunna O.N. Effects of resting perennial pastures during the sensitive pre-dormancy period in western Manitoba: Pasture productivity and beef cattle performance [Text] / O.N. Durunna, V. Baron, S.L. Scott, C. Robins, M. Khakbazan & H.C. Block // Can. J. Anim. Sci., 95. – 2015. – pp. 129-141. DOI: org/10.1139/CJAS-2014-046.
9. Петроченко, Н.О. Подсев трав – залог стабильных травостоев [Текст] / Н.О. Петроченко // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 7 (279). – С. 44-49.
10. Лазарев, Н.Н. Улучшение сенокосов и пастбищ подсевом бобовых трав в дернину (обзор) [Текст] / Н.Н. Лазарев, С.М. Авдеев, А.Ю. Бойцова, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2023. – № 7. – С. 3-9. DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.009.
11. Polichshuk Yu.V. Experimental Study of Different Methods of Soil Treatment with the Purpose of Maximum Preservation of Stubble and Pruning of Weeds [Text] / Yu.V. Polichshuk, Yu.V. Binyukov, A.B. Shayakhmetov, T.V. Bedych, N.V. Laptev, A.P. Komarov // FME Transactions. – 2022. – Vol. 50(2). – pp. 382-391. DOI: org/10.5937/fme2201382p.
12. Нукешев, С.О. Обоснование технологии восстановления пастбищ и конструктивно-технологической схемы зернотукотравяной сеялки [Текст] / С.О. Нукешев, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, О.Е. Едилхан // В сборнике: Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск. – 2024. – С. 135-137. ID: 75075559.
13. Гребенников, В. Г. Количественные и качественные показатели состояния кормовых угодий зоны сухих степей и пути управления их продуктивностью [Текст] / В.Г. Гребенников, И.А. Шипилов, О.В. Хонина, И.П. Турун // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – Т. 2. – № 11. – С. 6-13.
14. Гулуева, Л.Р. Агрегат для подсева семян трав на склоновые луга и пастбища [Текст] / Л.Р. Гулуева // Горное сельское хозяйство. – 2023. – № 2 (32). – С. 60-65. DOI: 10.25691/ГШ.2023.45.23.011.
15. Martin M. Effects of pre-treatment, renovation procedure and cultivar on the growth of white clover sown into a permanent pasture under both grazing and mowing regimes [Text] / M. Martin // Grass and forage science. – 2000. – Volume 55. – pp. 59-68.
16. Кодиров, К.Г. Подсев пастбищных трав их плотность и ботанический состав при улучшении [Текст] / К.Г. Кодиров, М.С. Норов, Н.Ш. Иброхимов // В сборнике: Органическое сельское хозяйство: от идеи до внедрения. Материалы Международного круглого стола. – Уссурийск. – 2023. – С. 65-71. ID: 54920893.
17. Tisliar E. Sowing of grasses and clover into sod by different sowing machines [Text] / E. Tisliar // Rostlinna vyroba. – 1993. – Volume 39. Issue 4. – pp. 353-362.
18. Федорова, О.А. Анализ технического уровня машин полосного подсева трав в дернину семейства МПТД [Текст] / О.А. Федорова, А.И. Ряднов, А.Х. Текушев, М.Е. Чаплыгин, В.Ю. Ревенко, С.А. Давыдова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 1 (73). – С. 271-283. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31
19. Davy J.S. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion [Text] / J.S. Davy, K. Dykier, T. Turri & E. Gornish // California Agriculture. – 71(4). – 2018. – pp. 239-248.
20. Altikat S. Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch [Text] / S. Altikat, A. Celik, Z. Gozubuyuk // Soil & Tillage research. – 2013. – Volume 126. Issue 3. – pp. 72-77.
21. Комаров, А.П. Методика формирования оптимального комплекса машин для реализации перспективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур по системе точного земледелия в северном регионе Республики Казахстан [Текст] / А.П. Комаров, Ю.В. Полищук, Н.В. Лаптев // Многопрофильный научный журнал Костанайского государственного университета

имени Ахмета Байтурсынова «3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация». – Костанай: КГУ имени Ахмета Байтурсынова, 2020. – № 2. – 86-94 с.

REFERENCES:

1. **Postoyalkov K.D. Osobennosti sozdaniya i ispol'zovaniya kul'turny'h pastbishh v stepny'h rajonah Kazahstana** [Features of the creation and use of cultivated pastures in the steppe regions of Kazakhstan]. *Kormoproizvodstvo na severe Kazahstana: Sbornik nauchny'h trudov VNIIZH*, Shortandy, 1976, pp. 5-25. (In Russian)
2. **Pochon A. From temporary to permanent grassland.** *Fourrages*, 2013, vol. 216, pp. 269-274.
3. **Inzhechik O.G., Ahmadiyeva S.A. Poverhnostnoe uluchshenie degradirovanny'h pastbishh vostochnogo Kazahstana** [Surface improvement of degraded pastures in the Eastern Kazakhstan]. *Science and world*, 2020, no. 6 (82), vol. I, pp. 36-38. (In Russian)
4. **Guluyeva L.R. Tehnologiya uluchsheniya degradirovanny'h gorny'h lugov i pastbishh Central'nogo Kavkaza** [Technology for improving degraded mountain meadows and pastures of the Central Caucasus]. *Agrarny'j vestnik Urala*, 2023, no. 06 (235), pp. 13-22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-13-22. (In Russian)
5. **Josh S. Davy. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion.** *California Agriculture*, 2017, 71(4), pp. 239-248. DOI: org/10.3733/ca.2017a0025.
6. **O. Akim, C. Yoder, L. Sreekumar, L. Vihvelin, M. Benoit. Forage Production and Economic Performance of Pasture Rejuvenation Methods in Northern Alberta, Canada.** *Sustainable Agriculture Research*, vol. 7, no. 2, 2018, pp. 94-110. DOI: 10.5539/sar.v7n2p94.
7. **Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Honina O.V. E'ffektivnost' staroseyany'h senokosov pri ih uluchshenii na kashtanovy'h pochvah** [Efficiency of previously sown hayfields when improving chestnut soils]. *E'ffektivnoe zhivotnovodstvo*, 2019, no. 3, pp. 54-56. DOI: 10.24411/9999-007A-2019-1031. (In Russian)
8. **Durunna O.N., Baron V., Scott S.L. et al. Effects of resting perennial pastures during the sensitive pre-dormancy period in western Manitoba: Pasture productivity and beef cattle performance.** *Can. J. Anim. Sci.*, 2015, vol.95, pp. 129-141. DOI: org/10.1139/CJAS-2014-046.
9. **Petrochenko N.O. Podsev trav – zalog stabil'ny'h travostoev** [Grass reseeding is the key to stable grass stands]. *Nashe sel'skoe hozyaystvo*, 2022, no. 7 (279), pp. 44-49. (In Russian)
10. **Lazarev N.N., Avdeev S.M., Bojcova A.Yu., Kuharenkova O.V., Kurenkova E.M. Uluchshenie senokosov i pastbishh podsevom bobovy'h trav v derninu (obzor)** [Improving hayfields and pastures by sowing legumes into the sod (review)]. *Kormoproizvodstvo*, 2023, no. 7, pp. 3-9. DOI: 10.25685/krm.2023.7.2023.009. (In Russian)
11. **Polichshuk Yu.V., Binyukov Yu.V., Shayakhmetov A.B. et al. Experimental Study of Different Methods of Soil Treatment with the Purpose of Maximum Preservation of Stubble and Pruning of Weeds.** *FME Transactions*, 2022, vol. 50(2), pp. 382-391. DOI: org/10.5937/fme2201382p.
12. **Nukeshev S.O., Romanyuk N.N., Agejchik V.A., Edilkhan O.E. Obosnovanie tehnologii vosstanovleniya pastbishh i konstruktivno-tehnologicheskoy shemy' zernotukotravyanoj seyalki** [Justification of the technology of pasture restoration and the structural and technological scheme of a grain-fertilizer-grass seeder]. *Tehnicheskoe i kadrovoe obespechenie innovacionny'h tehnologij v sel'skom hozyaystve, Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Minsk, 2024, pp. 135-137. ID: 75075559. (In Russian)
13. **Grebennikov V.G., Shipilov I.A., Khonina O.V., Turun I.P. Kolichestvenny'e i kachestvenny'e pokazateli sostoyaniya kormovy'h ugodij zony' suhih stepej i puti upravleniya ih produktivnost'yu** [Quantitative and qualitative indicators of the state of forage lands in the dry steppe zone and ways to manage their productivity]. *Sel'skohozyajstvenny'j zhurnal*, 2018, vol.2, no.11, pp. 6-13. (In Russian)
14. **Gulueva L.R. Agregat dlya podseva semyan trav na sklonovy'e luga i pastbishha** [Implement for reseeding grass seeds on slope meadows and pastures]. *Gornoe sel'skoe hozyajstvo*, 2023, no. 2 (32), pp. 60-65. DOI: 10.25691/ГШ.2023.45.23.011. (In Russian)
15. **Martin M. Effects of pre-treatment, renovation procedure and cultivar on the growth of white clover sown into a permanent pasture under both grazing and mowing regimes.** *Grass and forage science*, 2000, vol. 55, pp. 59-68.
16. **Kodirov K.G. Norov M.S., Ibrohimov N.Sh. Podsev pastbishhny'h trav ih plotnost' i botanicheskij sostav pri uluchshenii** [Reseeding of pasture grasses, their density and botanical composition during improvement]. *Organicheskoe sel'skoe hozyaystvo: ot idej do vnedreniya. Materialy' Mezhdunarodnogo kruglogo stola*, Ussuriysk, 2023, pp. 65-71. ID: 54920893. (In Russian)
17. **Tisliar E. Sowing of grasses and clover into sod by different sowing machines.** *Rostlinna vyroba*, 1993, vol..39, iss. 4, pp. 353-362.
18. **Fedorova O.A., Ryadnov A.I., Tekushev A.Kh. et al. Analiz tehnicheskogo urovnya mashin polosnogo podseva trav v derninu semejstva MPTD** [Analysis of the technical level of grass strip seeding machines in the turf of the mptd family]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa, Nauka*

i vy'sshee professional'noe obrazovanie, 2024, no. 1 (73), pp. 271-283. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-31. (In Russian)

19. Davy J.S., Dykier K., Turri T. & Gornish E. Forage seeding in rangelands increases production and prevents weed invasion. *California Agriculture*, 2018, 71(4), pp. 239-248.

20. Altikat S., Celik A., Gozubuyuk Z. Effects of various no-till seeders and stubble conditions on sowing performance and seed emergence of common vetch. *Soil & Tillage research*, 2013, vol. 126, iss. 3, pp. 72-77.

21. Komarov A.P., Polishhuk Yu.V., Laptev N.V. Metodika formirovaniya optimal'nogo kompleksa mashin dlya realizacii perspektivny'h tehnologij vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvenny'h kul'tur po sisteme tochnogo zemledeliya v severnom regione Respubliki Kazahstan [Method of forming an optimal complex of machines for the implementation of promising technologies for cultivating of agricultural crops based on system of precision agriculture in the northern region of the Republic of Kazakhstan]. *3i: intellect, idea, innovation*, Kostanay, KGU im. A. Bajtursynova, 2020, no.2, pp. 86-94. (In Russian)

Сведения об авторах:

Полищук Юрий Владимирович – кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации животноводства, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Бинюков Юрий Викторович – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Комаров Артем Павлович* – магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Лаптев Николай Владимирович – магистр сельского хозяйства, научный сотрудник, Костанайский филиал ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: celinnii@mail.ru.

Полищук Юрий Владимирович – техника ғылымдарының кандидаты, мал шаруашылығын механикаландыру зертханасының меңгерушісі, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8(7142)581, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Бинюков Юрий Викторович – техника ғылымдарының кандидаты, директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары, «Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Комаров Артем Павлович* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8 (7142) 558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Лаптев Николай Владимирович – ауыл шаруашылығы магистрі, ғылыми қызметкер, «Агроинженерия» ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Қостанай филиалы, Қазақстан Республикасы, 110011, Қостанай қ., Абай даңғ, 34, тел.: 8 (7142) 558146, e-mail: celinnii@mail.ru.

Polichshuk Yuriy Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory of livestock production engineering, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru.

Binyukov Yuriy Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director for Research, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: ybinyukov@list.ru.

Komarov Artyom Pavlovich* – Master of Agricultural Sciences, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: komarov.artem.pavlovich@mail.ru.

Laptev Nikolay Vladivirovich – Master of Agriculture, Researcher, Kostanay branch of Scientific and Production Agroengineering Center LLP, Republic of Kazakhstan, 110011, Kostanay, 34 Abai Ave., tel: 8(7142)558146, e-mail: celinnii@mail.ru.