

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСАДОЧНЫХ МАШИН

кандидат технических наук **И.И. Бартенев**

кандидат сельскохозяйственных наук **Д.С. Гаврин**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, Воронежская область, Российская Федерация

В последнее время, в связи с национальной стратегией импортозамещения, началом восстановления отечественного семеноводства сахарной свеклы, расширением площадей под овощные, плодовые, ягодные и лесные культуры, возникает потребность в совершенствовании и интенсификации технологий производства посадочного материала и, как следствие, в разработке новых конструкций посадочных машин. Посадочные устройства, используемые в различных отраслях народного хозяйства, имеют много общих конструктивных особенностей. В то же время анализ их работы и синтез наиболее перспективных решений является положительным фактором в создании универсально-комбинированных посадочных машин. С этой целью в статье рассмотрены материалы научных статей, монографий, изобретений, проведена классификация посадочных устройств с точки зрения возможности автоматизации рабочего процесса и особенностей посадочного материала. Технологический процесс, выполняемый различными устройствами, описан на примере действующей техники в производстве для посадки растений с открытой и закрытой корневой системой. Подробно рассмотрены конструкции и особенности работы машин с ручным вводом растений в бороздку или лунку, а также полуавтоматических и автоматических посадочных машин, позволяющих увеличить производительность посадки до 5-8 тыс. растений в час одним посадочным аппаратом. Отмечено, что машины могут оборудоваться устройствами для укладки мульчирующей пленки и систем капельного орошения. На основе проведенного анализа сделано заключение о возможности использования инновационных технологий, таких как размещение рассады в кассетах, для посадки маточных корнеплодов сахарной свеклы. Аналогичные разработки могут использоваться и в лесном хозяйстве.

Ключевые слова: полуавтоматические, автоматические посадочные машины, рассада, корнеплоды, клубнеплоды, сеянцы, саженцы, открытая, закрытая корневая система

CONSTRUCTIVE FEATURES OF PLANTING MACHINES

PhD (Engineering) **I.I. Bartenev**

PhD (Agriculture) **D.S. Gavrin**

All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov, VNIISS, Voronezh Region, Russian Federation

Abstract

Recently, in connection with the national strategy of import substitution, the beginning of the restoration of domestic sugar beet seed production, the expansion of vegetable, fruit, berry and forest crops, there is a need to improve and intensify the production technology of planting material and, as a result, in the development of new planting designs machines. The landing gear used in various sectors of the national economy has many common design features. At the same time, the analysis of their work and the synthesis of the most promising solutions is a positive factor in the creation of universal-combined planting machines. For this purpose, the article reviewed the materials of scientific articles, monographs, and inventions; classification of landing devices was carried out from the point of view of the possibility of automating the working process and characteristics of the planting material. The technological process performed by various devices is described on the example of existing equipment in production for planting plants with an open and closed root system. Considered in detail the design and features of the machines with manual entry of plants into the groove or hole, as well as semi-automatic and automatic planting machines, allowing to increase the

productivity of planting up to 5-8 thousand plants per hour with one planting section. It is noted that the machines can be equipped with devices for laying mulch film and drip irrigation systems. Based on the analysis, a conclusion was made about the possibility of using innovative technologies, such as placing seedlings in cassettes, for planting royal root crops of sugar beet. Similar developments can be used in forestry.

Keywords: semi-automatic, automatic planting machines, seedlings, root crops, tubers, seedlings, seedlings, open, closed root system

Введение

В настоящее время с каждым годом возрастают объемы машинной посадки семян и саженцев плодово-ягодных, лесных и декоративных пород, рассады овощных культур, клубне- и корнеплодов. Несмотря на многообразие посадочного материала по своей форме, размерно-массовым характеристикам, строению корневой системы и надземной части, а также технологий и предъявляемых требований к качеству посадки и технико-экономическим показателям, посадочные устройства имеют много общего. Это является положительным в разработке конструкций универсально-комбинированных посадочных устройств.

Цель исследования

Выявить конструктивные особенности посадочных машин различного назначения, технический уровень, прогрессивные решения и возможности использования их в совершенствовании техники для посадки маточных корнеплодов сахарной свеклы.

Материалы и методы

Использованы материалы научных статей, монографии, патенты изобретений, описаны конструкции посадочных машин разного назначения отечественного и зарубежного производства для посадки корнеплодов, клубнеплодов, семян и саженцев лесных, древесно-кустарниковых и плодовых пород с открытой и закрытой корневой системой, рассады овощных культур, работающих в автоматическом и полуавтоматическом исполнении, в варианте ручной подачи в образуемые сошниками непрерывные борозды, а также в дискретные углубления (лунки).

Результаты анализа и обсуждение

Технологический процесс работы посадочных машин, а также их конструктивные особенности в основном зависят от посадочного материала.

Растения, предназначенные для посадки, можно разделить на две группы: с открытой (голый

корень) и закрытой корневой системой. Открытая корневая система растений используется в лесном хозяйстве (кустарниковые и древесные породы), при посадке рассады овощных культур. К этой же группе можно отнести и посадочный материал клубнеплодов и корнеплодов. Растения с закрытой корневой системой выращиваются в жестких или гибких кассетах с различной формой ячеек. В соответствии с подготовкой посадочного материала, посадочные машины делятся на автоматические, полуавтоматические и с ручной подачей растений в лунку или в борозду (рис. 1).

Наиболее простыми по конструкции являются посадочные машины с ручной подачей посадочного материала в подготовленное сошниками различного типа или лункообразователями посадочное место в виде борозд или лунок. Примером таких машин являются лесопосадочный агрегат ЛПА-1, а также машины, оборудованные лункообразователями для посадки маточных корнеплодов сахарной и кормовой свеклы (рис. 2).

Технологический процесс посадочной машины для маточной свеклы с лункообразователями заключается в образовании подготовленного места для размещения корнеплода в виде лунок с заданным шагом (по числу конусов, установленных на ободке лункообразователя). Сажальщик, находясь на небольшой высоте от поверхности почвы, укладывает, по возможности вертикально, в каждую лунку штеклинги свеклы (корнеплоды массой от 20 до 150 г). Затем почва вокруг корнеплода уплотняется прикатывающими катками, а колея заделывается с помощью загортачей. В ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» разработан ряд модификаций машин такого типа: МПШ-4М; МПШ-4МРУ и др. Машины прошли производственную проверку и в настоящее время обеспечивают механизацию работ в семеноводстве сахарной свеклы [2].

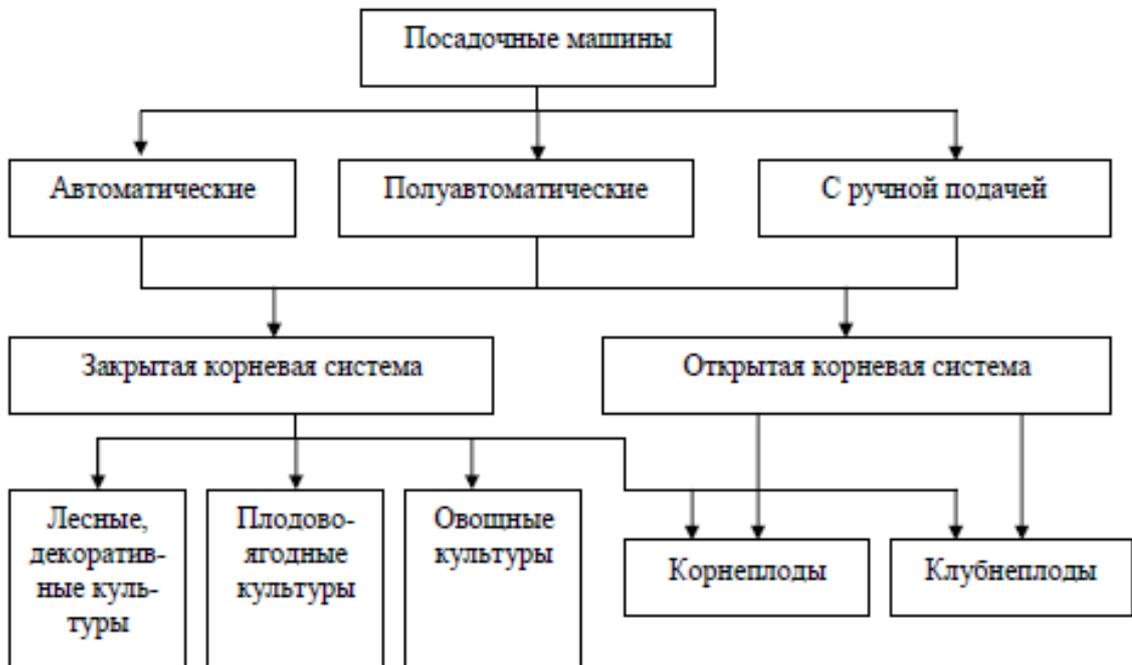


Рис. 1. Классификация посадочных машин



Рис. 2. Посадочная машина с лункообразователями

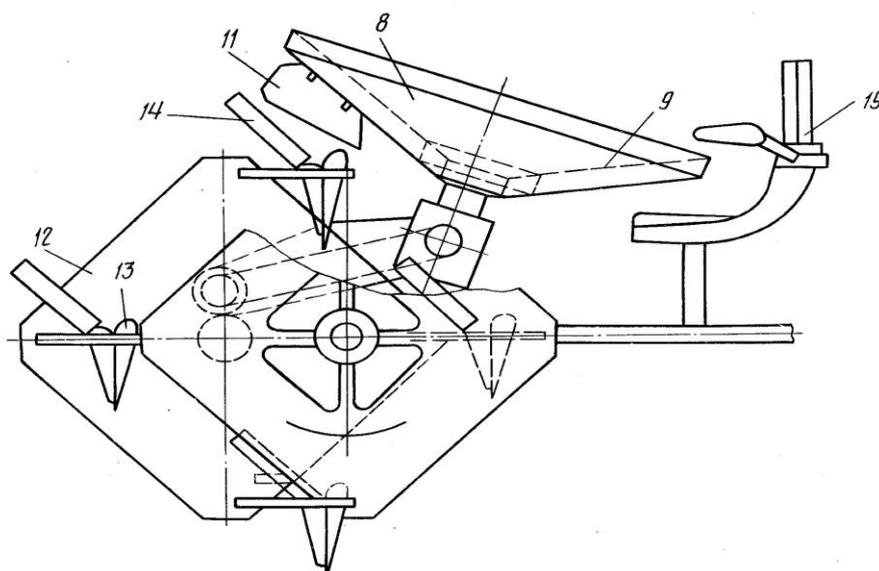


Рис. 3. Схема ротационного посадочного аппарата ВПС-2,8А для высадки маточных корнеплодов сахарной свеклы

Более сложны по конструкции полуавтоматические высадкопосадочные машины типа ВПС-2,8А, оборудованные посадочными аппаратами для маточных корнеплодов свеклы [3]. Сложность заключается в том, что посадочный материал необходимо заделать в почву на определенную глубину с минимальными отклонениями от вертикальной оси. В процессе работы ВПС-2,8А взятые из лотка-накопителя корнеплоды укладываются вручную в горизонтальном положении на заслонку 11 вращающегося лопастного ротора (зарядное устройство). В верхней части ротора при подходе к выгрузному окну 7 заслонка открывается, и корнеплод по лотку 14 попадает в высаживающий конус, состоящий из подвижной и неподвижной створки. В нижней части посадочного аппарата в конус заходит выталкиватель, и под его давлением корнеплод располагается в почве на определенной глубине. Вертикальность посадки обеспечивается плоско-параллельным движением поводков с конусами, совпадающим со скоростью движения агрегата (рис. 3).

Среди полуавтоматических машин наибольшее распространение получили также ротационные посадочные аппараты в виде эластичных дисков или лучевых, оборудованных захватами или зажимами. Большая линейка таких машин работает

в лесном хозяйстве: МПП-1; МУЛ-1; ССН-1 и др. Ротационные посадочные аппараты лучевого типа используют и в овощном хозяйстве, например в конструкции машины FPP Evolution фирмы Ferrari (Италия) [5]. Данная машина предназначена для посадки рассады с голым корнем (лук-порей, сладкий картофель), а также для конических, цилиндрических и пирамидальных комков земли рассады с закрытой корневой системой. Может использоваться и для высадки черенков лесных и декоративных культур. Основные регулировки – глубина посадки и расстояние между зажимом и землей. Минимальный шаг посадки 23 см. Рама гидравлическая складная, может устанавливаться различное число посадочных секций. Оборудована прерывистым дозатором воды (рис.4).

Для повышения производительности посадочные машины для рассады оборудуют распределителями различных конструкций. Принцип работы распределителей прерывистый (дискретного действия), и они позволяют операторам укладывать рассаду в стаканчики, не дожидаясь подхода захвата, или посадочного стакана, или конуса. В основном используются роторные распределители с вертикальным расположением стаканчиков. Машины со сдвоенным расположением стаканчиков обладают повышенной произ-

водительностью (рис. 5). Так, оператор посадочной машины MULTIPLA (Ferrari) имеет возможность высадить от 2,5 до 5,0 тыс. растений в час сразу в два ряда. Основные регулировки данного типа машины: междурядья от 20 до 100 см; электропривод изменения глубины посадки. Машина

оборудована системой PSC (электронная система установки количества высаживаемых растений на 1 га и шага посадки), разбрасывателем удобрений, дозатором воды, автопогрузчиком для кассет. Рама телескопическая или гидравлическая складывающаяся.



Рис. 4. Посадочная машина FPP Evolution



Рис. 5. Рассадопосадочная машина MULTIPLA (Италия)

Распределитель может подавать посадочный материал непосредственно в борозду через трубопровод или с помощью вертикального цепного посадочного аппарата. Примером посадочной машины с подачей распределителем высаживаемой культуры непосредственно в борозду является картофелепосадочная машина FPM (Ferrari). Ротор распределителя приводится в движение от приводного колеса. Укрывка борозды почвой после посадки клубней осуществляется дисками с регулируемым наклоном (рис. 6). Машина высаживает как картофель, так и другие клубни или луковицы, не требующие ориентации. Расстояние между рядами регулируется, шаг посадки изменяется от 18 до 45 см с помощью шестеренчатого механизма. Посадка без использования посадочного аппарата позволяет меньше травмировать клубни, что особенно актуально при выведении или размножении сортов на стадии селекции или первичного семеноводства.

Полуавтоматическая посадочная машина DUE MANUAL MATIC фирмы Hortech (Италия) оборудована высаживающим аппаратом вертикального типа [6]. Предназначена для высадки рассады с закрытой корневой системой из кассет с ячейками пирамидальной, конусной или кубической формы, а также луковиц различных культур. Отличительной чертой машин такого типа является то, что за один проход высаживается рассада с одновременным мульчированием гряд пленкой. Высадка осуществляется путем прокалывания пленки стаканчиком посадочного аппарата и размещением в полученном отверстии растений. Это улучшает приживаемость рассады, исключает появление сорной растительности, что, в свою очередь, дает возможность получить экологически чистую продукцию без использования гербицидов.

Машина может дополнительно оборудоваться приспособлениями для укладки ленты капельного орошения и внесения удобрений. Машина выпускается как в прицепной, так и в самоходной версии. Самоходная версия оснащается четырьмя ведущими колесами, автопилотом и двигателем мощностью 32 л. с. (рис. 7).

Полуавтоматические посадочные машины для рассады комплектуются и дисковыми посадоч-

ными аппаратами. На дисках устанавливаются оси, на которых свободно расположены стаканчики для рассады в количестве от 4 до 12 шт. Такую конструкцию имеет машина Over – универсальная рассадопосадочная машина, пригодная для высадки рассады из кассет любых типов, а также луковиц и клубней. Отсутствие сошников позволяет проводить посадку, как по открытому, так и по замульчированному грунту. Машина может быть соединена с пленкоукладчиком для мульчирования и высадки рассады за один проход (рис. 8).

Классическим типом автоматических посадочных машин являются устройства, предназначенные для высадки посадочного материала, не требующего ориентирования в почве. Примером может служить картофелесажалка, оборудованная посадочным (вычерпывающим) аппаратом ложечного типа. Аппарат такого типа представляет собой диск с установленными на нем подпружиненными захватами-ложечками [4]. При перемещении в слое картофеля ложечка захватывает клубень и удерживает его. Перемещаясь в зону сошника, захват под действием копира открывается, и клубень падает в борозду (рис. 9).

Однако наибольшее распространение в производстве автоматические посадочные машины получили в овощеводстве для высадки рассады. Следует отметить, что автоматические рассадопосадочные машины комплектуются жесткими кассетами с различной формой ячеек, в которых непосредственно производится высеивание семян сортов или гибридов и выращивается рассада. Кроме этого, машины такого типа обслуживаются одним-двумя операторами (рис. 10).

Технологический процесс посадки растений автоматическими машинами может иметь несколько вариантов:

1. Оператор подает кассеты с рассадой на загрузочные устройства. Машина автоматически извлекает растения из кассеты с помощью цилиндрических выталкивателей, которые работают синхронно с подвижными захватами вертикальных высаживающих аппаратов (FUTURA фирмы Ferrari).



Рис. 6. Картофелепосадочная машина FPM



Рис. 7. Посадочная машина DUE MANUAL MATIC



Рис. 8. Рассадопосадочная машина Over

2. Оператор подает растения из кассет на ленточный транспортер с перемещением их к дискретному механизму, где происходит разделение посадочного материала поштучно с последующей подачей в высаживающие стаканчики вертикальных высаживающих аппаратов (рис. 10, а).

3. Оператор подает растения из кассет на ленточный транспортер с ребордами. Наклонный транспортер перемещает растения непосредственно в зону высадки, где происходит их разделение поштучно с высадкой в почвенную канавку, образованную лемехом (рис. 10, б).

Рассадопосадочные машины, работающие по третьей схеме, имеют большие габаритные размеры (из-за наклонных транспортеров), однако позволя-

ют высаживать растения, имеющие высоту 25-30 см (рис. 11).

Все конструкции автоматических посадочных машин имеют электропривод регулировки глубины посадки, возможность изменения ширины междурядий, контроль отсутствия растения в кассете, емкость и дозатор воды. Количество высаженных растений составляет 7-8 тыс. растений в час на одну посадочную секцию.

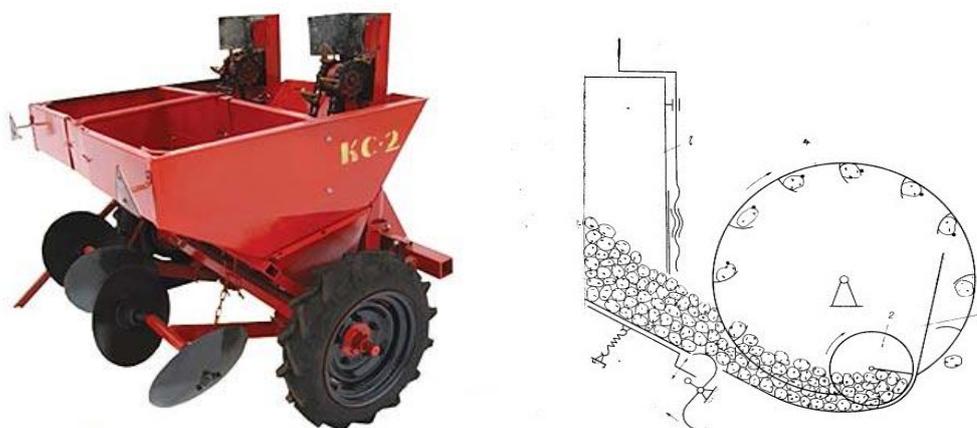


Рис. 9. Картофелесажалка КС-2



Рис. 10. Автоматические рассадопосадочные машины: а) DUE AutoMatic (Hortech); б) FASTBLOCK (Ferrari)



Рис. 11. Высадка рассады автоматической машиной в теплице и рабочий орган ленточного высаживающего аппарата

Заключение

На основании изложенного можно сделать вывод, что наиболее развита автоматизация при посадке рассады. В то же время за работой автоматических посадочных машин необходим контроль и обеспечение питания их рабочих органов высаживаемым материалом. Хотя способ выращивания растений в кассетах недешевый, но он позволяет при лесовосстановлении и в защитном лесоразведении сократить сроки «простоя» земли в ожидании посадки, уменьшить отрицательный эффект послепосадочной депрессии у семян, значительно уменьшить количество операций по уходу за растениями и снизить затраты ручного труда [1].

Опыт использования рассадопосадочной техники показывает, что и в семеноводстве такой

культуры, как сахарная свекла, можно совершенствовать и применять новые инновационные технологии при выращивании посадочного материала маточных корнеплодов (штеклингов) и проведении посадочных работ. Примером в первичном и фабричном семеноводстве могут стать следующие технологии, позволяющие обеспечить автоматическую посадку корнеплодов:

- кассетный способ выращивания посадочного материала в теплицах, яровизация его в корневых хранилищах, высадка весной с использованием мульчирующей пленки;

- формирование кассет с посадочным материалом непосредственно перед посадкой, в период браковки маточных корнеплодов (штеклингов) сахарной свеклы.

Библиографический список

1. Бартенев, И. М. Лесопосадочные машины. Теория. Исследование. Конструкции : моногр. / И. М. Бартенев. – Воронеж, 2015. – 219 с.
2. Бартенев, И. И. Новая техника для семеноводства / И. И. Бартенев // Сахарная свекла. – 2016. – № 9. – С. 14-15.
3. А. с. № 954027. Машина для посадки корней маточной свеклы / Г. П. Богданов, И. В. Бойко, В. Н. Бутенко, Н. С. Закутский, И. Ф. Кондратьев [и др.] ; опубл. 30.08.1982. Бюл. № 32.
4. А. с. № 284476. Посадочный аппарат картофелесажалки / М. И. Кан, Е. И. Кистанов, А. А. Кашинцев, В. М. Годухин, С. С. Липецкий [и др.] ; опубл. 14.10.1970. Бюл. № 32.
5. Ferrari Construzioni Meccaniche [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ferraricostruzioni.com/ru/>. – Загл. с экрана.
6. Hortech – Horticulture Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hortech.it/ru/>. – Загл. с экрана.

References

1. Bartenev I. M. *Lesoposadochnye mashiny. Teoriya. Issledovanie. Konstrukcii* [Forest planters. Theory. Study. Constructions] : monograph. Voronezh, 2015. 219 p. (in Russian)
2. Bartenev I. I. *Novaya tehnika dlya semenovodstva* [New technology for seed]. *Sugar beet*. 2016. № 9. p. 14-15 (in Russian).
3. Bogdanov G. P., Boyko I. V., Butenko V. N., Zakutsky N. S., Kondratiev I. F. [et al.]. *Mashina dlya posadki korney matochnoy svekly* [Machine for planting royal beet roots]. A.S. № 954027, publ. 08/30/1982. Bul. No. 32.
4. Kan M. I., Kistanov E. I., Kashintsev A. A., Godukhin V. M., Lipetsky S. S. [et al.]. *Posadochny apparat kartofelesazhalki* [Planting machine for potatoes]. A. S. № 284476, publ. 10/14/1970. Bul. No. 32.
5. Ferrari Costruzioni Meccaniche [Electronic resource]. URL: <http://ferrari.costruzioni.com/ru/>.
6. Hortech – Horticulture Technology [Electronic resource]. URL: <https://www.hortech.it/ru/>.

Сведения об авторах

Бартенев Игорь Иванович – заведующий отделом семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат технических наук, п. ВНИИСС, Рамонский р-н, Воронежская область, Российская Федерация; e-mail: vniiss@mail.ru.

Гаврин Денис Сергеевич – научный сотрудник отдела семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат сельскохозяйственных наук, п. ВНИИСС, Рамонский р-н, Воронежская область, Российская Федерация; e-mail: vniiss@mail.ru.

Information about authors

Bartenev Igor Ivanovich – Head of the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, «All-Russian Research Institute of Sugar Beets and Sugar named after A.L. Mazlumov», PhD in Engineering, VNIISS, Ramonsky District, Voronezh Region, Russia; e-mail: vniiss@mail.ru.

Gavrin Denis Sergeevich – Researcher of the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, «All-Russian Research Institute of Sugar Beets and Sugar named after A.L. Mazlumov», PhD in Agriculture, VNIISS, Ramonsky District, Voronezh Region, Russia, e-mail: vniiss@mail.ru.