

Техническая оснащённость селекции и семеноводства кукурузы

Светлана Александровна Давыдова,
кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник, e-mail: davidova-sa@mail.ru;

Михаил Евгеньевич Чаплыгин,
кандидат технических наук, старший научный
сотрудник, e-mail: misha2728@yandex.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Разработка подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства кукурузы» в рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы предопределяет необходимость интенсивного технического оснащения отрасли специализированной отечественной селекционной техникой. (*Цель исследования*) Проанализировать технический уровень устройств для механизации работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы, выявить основные направления развития сельскохозяйственной техники. (*Материалы и методы*) Исследовали материалы, опубликованные в периодической печати, статистические данные Минсельхоза России и Росстата, информационные материалы российских и зарубежных компаний, нормативно-правовую базу. Использовали методы комплексного структурно-динамического анализа и экспертно-аналитический способ обработки информации. (*Результаты и обсуждение*) Установили наличие импортозависимости отечественной селекции и семеноводства от поставок зарубежной техники: при оснащённости селекционных учреждений средствами механизации около 50 процентов доля иностранных машин и оборудования достигает 70 процентов. Выявили основные проблемы в механизации селекции и семеноводства кукурузы. Первая – отсутствие производства отечественных сеялок для посева на первом этапе селекции, имеющих параметры: тяговый класс – 0,2; ширина междурядья – до 0,7 метра, число высевающих секций – 1 и 2; расстояние между сошниками – 0,7 метра. Вторая – дефицит отечественных сеялок для посева на втором этапе селекции с требуемыми параметрами: тяговый класс – 0,6; 1,4; 2,0; ширина междурядья – 0,7 метра; число высевающих секций – 4 и 6; расстояние между крайними сошниками – 2,1; 3,5 м. Третья проблема – недостаток отечественной техники для уборки урожая, соответствующей требованиям: ширина междурядья – 0,7 метра; ширина захвата – 1,4 и 2,8 метра; ширина – 1,8 или 3,2 метра; радиус поворота – 7,5 метра. (*Выводы*) Выявили, что технический уровень устройств для механизации работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы не отвечает параметрам комплексного подхода при обосновании и разработке специализированной техники. Отметили необходимость разработки следующих отечественных технических средств: посевных машины для посева питомников первого этапа; маркеров; малогабаритных опрыскивателей; двухрядного прокосчика-измельчителя отцовских форм кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, селекция кукурузы, сортоиспытание, семеноводство, техническое оснащение селекции и семеноводства.

■ **Для цитирования:** Давыдова С.А., Чаплыгин М.Е. Техническая оснащённость селекции и семеноводстве кукурузы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. №3. С. 66-74. DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-3-66-74.

Technical Equipment of Corn Breeding and Seed Production

Svetlana A. Davydova,
Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: davidova-sa@mail.ru;

Mikhail E. Chaplygin,
Ph.D.(Eng.), senior researcher,
e-mail: misha2728@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. The development of the subprogram “Maize Breeding and Seed Production Development” within the framework of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025 determines the necessity for intensive technical equipping of the industry with specialized domestic breeding equipment. (*Research purpose*) To analyze the technical level of devices for the work mechanization in maize selection, variety testing and primary seed production, to identify the main directions of agricultural machinery development. (*Materials and methods*) The authors studied materials published in periodicals, statistics of the Ministry of Agriculture of Russia and the Federal State Statistics Service, information materials of



Russian and foreign companies, the regulatory framework. They used methods of complex structural-dynamic analysis and an expert-analytical method of processing information. (*Results and discussion*) The authors established the presence of domestic selection and seed production import dependence on foreign equipment supplies: with equipping of breeding institutions with mechanization facilities about 50 percent the foreign machinery and equipment share reached 70 percent. They identified the main problems in the corn selection and seed production mechanization. The first problem was the lack of domestic seeders for sowing at the first stage of selection, having the following parameters: traction class – 0.2; row spacing – up to 0.7 meters, the sowing sections number – 1 and 2; the distance between the coulters is 0.7 meters. The second problem was the domestic seeders for sowing shortage at the second stage of selection with the required parameters: traction class – 0.6; 1.4; 2.0; row spacing – 0.7 meters; the sowing sections number – 4 and 6; distance between extreme openers – 2.1; 3.5 meters. The third problem was the lack of domestic harvesting equipment that met the requirements: row spacing – 0.7 meters; working width – 1.4 and 2.8 meters; width – 1.8 or 3.2 meters; turning radius – 7.5 meters. (*Conclusions*) The technical level of devices for the work mechanization in selection, variety testing and maize primary seed production didn't meet the parameters of an integrated approach in the justification and specialized equipment development. The authors noted the necessity to develop the following domestic technical means: sowing machines for sowing nurseries of the first stage; markers; small-sized sprayers; two-row mover-shredder of corn male parent plants.

Keywords: corn, corn breeding, variety testing, seed production, selection and seed production technical equipment.

For citation: Davydova S.A., Chaplygin M.E. Tekhnicheskaya osnashchennost' seleksii i semenovodstve kukuruzy [Technical equipment of corn breeding and seed production]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N3. 66-74 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-3-66-74.

Кукуруза – одна из основных сельскохозяйственных культур разностороннего использования и высокой урожайности. Потребление ее семян в нашей стране не превышает 2% от общемирового объема. На российском рынке доля культуры в денежном выражении составляет 22%. Ежегодно в нашей стране высевают около 48% семян кукурузы иностранной селекции (40% завозят из-за рубежа, а 8% производят на территории РФ). При этом в России во всех видах хозяйств отмечен недостаток кукурузного зерна, поскольку объемы его производства в 2-3 раза меньше минимальной потребности. В 2018 г. обеспеченность сельскохозяйственных предприятий семенами кукурузы к весеннему севу составила 37,1 тыс. т (~43%). Однако увеличение площадей, засеваемых дорогостоящими импортными семенами, не приводит к росту средней урожайности кукурузы на зерно (рис. 1) [1].

В соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы планируется разработка подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства кукурузы», цель которой – создание новых отечественных конкурентоспособных сортов и гибридов кукурузы. В документе предусмотрено доведение ежегодного производства семян отечественных гибридов кукурузы до 60%. Одним из основных сдерживающих факторов в развитии селекции и семеноводства остается низкое техническое оснащение отрасли. Необходимо уделять внимание не только производству семян кукурузы, повышению их качества, но и преодолению технологической зависимости отечественного сельскохозяйственного производства от импорта, механизации процессов селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства [1-8].

По мнению ученых ВНИИ кукурузы, Кубанского ГАУ и НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, характеристики технических средств должны соответствовать параметрам обрабатываемых участков, которые различаются в зависимости от условных этапов селекционного процесса), необходимо разработать требования к типуажу посевных и уборочных машин для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства кукурузы.

Цель исследования – проанализировать технический уровень устройств для механизации работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы, выявить основные направления развития сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы. Исследовали материалы, опубликованные в периодической печати, статистические данные Минсельхоза России и Росстата, информационные материалы российских и зарубежных

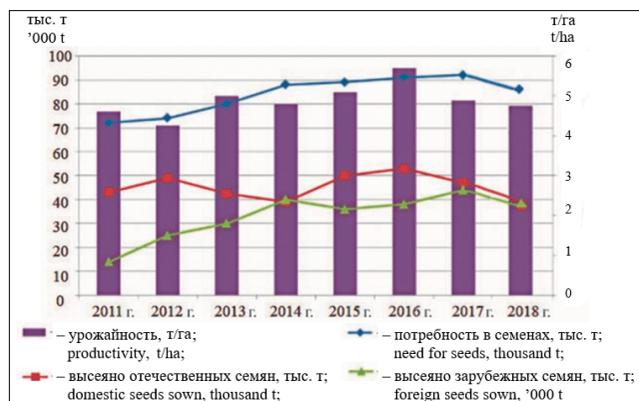


Рис. Динамика использования семян зарубежной селекции и урожайности кукурузы в Российской Федерации
Fig. The dynamics of the seeds use of foreign selection and corn yields in the Russian Federation

компаний, нормативно-правовую базу. Использовали методы комплексного структурно-динамического анализа и экспертно-аналитический способ обработки информации.

Результаты и обсуждение. Недофинансирование всех звеньев в системе госсортоиспытания на протяжении последних 25-30 лет привело к дефициту специализированной селекционной техники (сеялок, комбайнов и средств их транспортировки). Существует опыт организации работ, когда на сортоучастках используют технику зарубежных компаний исходя из условий конкретного региона в радиусе 150-500 км. Например, ООО «Маисадур Семанс Кубань» одним селекционным комбайном убирает участки с опытными делянками, расположенные на расстоянии 300-500 км, а филиал ФГБУ «Госсортокомиссия» по Краснодарскому краю успешно применяет подобный метод в сотрудничестве с базовым крестьянским (фермерским) хозяйством. Такая организация работ позволяет в 5 раз снизить потребность в средствах на переоснащение сортоиспытательных участков [1].

В целом оснащенность селекционных учреждений средствами механизации составляет примерно 50%. Поэтому все более актуальными становятся разработка структурно-функциональной модели единого производственного процесса и производство технических средств для создания новых сортов [8, 9]. Необходимо учитывать следующие отличия данной техники от серийной для промышленного производства [3]:

- способность работать на небольших делянках;
- высокая точность уборки;
- снижение до минимума потерь семян при работе машин;
- обеспечение защиты от смешения семян с разных делянок (по окончании работы с каким-либо селекционным номером, гибридом или сортом как в рабочих органах, так и во всей машине не должно остаться ни одного семени, причем должен быть обеспечен достоверный контроль выполнения этого требования);
- особый кинематический режим работы машин с минимальным травмированием семян.

Технология выведения новых гибридов кукурузы включает в себя три взаимосвязанных технологических процесса селекции. На первом этапе проводят посев без повторений потомства отдельных растений, уборку и послеуборочную обработку урожая. На втором этапе осуществляют посев с повторениями для сравнительного испытания (оценки) перспективных селекционных номеров, новых гибридов, а также уборку и послеуборочную обработку. Третий этап представлен первичным семеноводством со следующими мобильными полевыми операциями:

- подготовка опытного поля: основная обработка почвы; внесение минеральных и органических удобрений; поверхностная обработка почвы (машинами общепроизводственного назначения);

- разбивка опытных делянок селекционным маркером;

- посев опытных делянок вручную, селекционными или селекционно-семеноводческими сеялками;

- уход за посевами культиваторами типа КРН или вручную;

- уборка урожая с опытных делянок вручную, селекционными комбайнами с обмолотом початков или семеноводческими комбайнами без обмолота початков [3].

К посевным машинам первого этапа предъявляются следующие требования: глубина заделки семян должна регулироваться в интервале от 0,04 до 0,12 м; высевание в одно гнездо – 3-4 семени; машина должна быть однорядной и самоходной. Из-за отсутствия посевных машин отечественного производства посев питомников первого этапа осуществляется ручными сеялками типа ССГ-1. Например, сеялка ручная «Клен-Р» предназначена для рядового высева семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур, а также семян трав на делянках длиной от 1 до 12 м. Сеялка оснащена порционной высевальной системой с коническим высевальным аппаратом с плавной регулировкой длины высеваемого ряда.

Поле, подготовленное для закладки питомников первого этапа, необходимо разметить маркером в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Маркеры агрегируются с трактором тягового класса не более 0,2. В результате этой операции поле получается разделенным бороздками на квадраты 0,7×0,7 м, по углам которых высевают семена.

В настоящее время отечественных разработок маркеров нет, однако существуют макетные образцы, к которым предъявляются следующие требования:

- маркер должен оставлять на поле видимый след;
- минимальное перемешивание почвы при нанесении бороздок;

- расстояние между соседними метчиками – 0,7 м;
- число метчиков – 6 или 8;

- расстояние между крайними метчиками – 3,5 или 4,9 м;

- глубина рыхления – 0,05-0,10 м [3].

На базе машиностроительного завода опытных конструкций ВИМ разработан маркер для разметки рядов и рядков МС-3-5 шириной захвата до 5 м. В его конструкции предусмотрены: основной брус (квадратная труба); дополнительные бруссы (на концах имеются кронштейны для установки следообразователей); шарнирные секции с установленными на них маркирующими лапами килевидного типа; опорные пневматические колеса; следообразователи, состоящие из телескопических труб и дисковых ножей, предназначенные для образования следа, по которому ведут трактор при последующем проходе (следообразователи из рабочего положения в транспортное и наоборот переводят с помощью гидросистемы трактора). Глубину борозд, образуемых маркирующими лапами, ре-



гулируют усилием имеющихся на брус пружин [1].

В селекционных учреждениях как правило используют маркеры собственных конструкций, так как отечественная промышленность селекционных маркеров для пропашных культур не выпускает. В качестве рабочих органов (метчиков) чаще всего используют долотообразные рыхлительные лапы. Но при сухой ветреной погоде след от таких метчиков через 3-4 ч плохо виден, что затрудняет посев делянок.

Таким образом, необходима разработка селекционных маркеров под заводскую технологию изготовления, снабженных метчиками в виде дисков, предназначенных для товарных посевов пропашных культур.

Для посева участков на этапе первичного семеноводства и участков гибридизации в селекционных учреждениях также необходима разработка отечественного варианта семеноводческой сеялки, при этом посевные машины должны соответствовать установленным требованиям (табл. 1) [1, 3].

Анализ отечественных и зарубежных сеялок показал, что лишь небольшая их часть отвечает заданным параметрам. Например, селекционные сеялки МСНПП «Клен» (Россия) и фирмы Wintersteiger (Австрия) соответствуют основным требованиям к типу посевных машин по следующим показателям:

- тип высевающего аппарата: пневматический («Клен-2,8») или порционный (Monoseed DT, Dynamic Disc Plus 870);
- настройка аппаратов на норму высева: индивидуальная;
- загрузка высевающих аппаратов: кассетная;
- контроль за работой высевающих аппаратов: приборы контроля (электронная система «Клен», световая и звуковая сигнализация неисправности на пуль-



Рис. 2. Сеялка «Клен-2,8»
Fig. 2. Row seeder «Klen-2.8»

те управления у сеялки «Клен-2,8» (рис. 2); система контроля, звуковой сигнал, отображение фактических функций и неполадок во время движения на дисплее, сохранения данных с делянки, запись всех данных на карту памяти у сеялок Monoseed DT и Dynamic Disc Plus 870). Кроме того, сеялки Monoseed DT и Dynamic Disc Plus 870 имеют возможность плавной регулировки ширины междурядья.

На базе ФНАЦ ВИМ выпущены опытные образцы конструкции селекционной кассетной сеялки: Wintersteiger – ВИМ (Rowseed). Навесная сеялка (рис. 3) агрегируется с трактором кл. 0,6 и оснащена головкой с обводной лентой, что позволяет осуществлять посев семян почти всех сортов. Для каждого посевного ряда предназначен маленький конус с обводной лентой, обеспечивающей равномерное распределение семян по каждому ряду. Регулировка подачи кассет автоматическая, смена кассет возможна без останова машины, ширина междурядья – от 0,12 м, число высевающих секций – 4-6.

Требования		ТРЕБОВАНИЯ К СЕЛЕКЦИОННЫМ СЕЯЛКАМ И ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ				
Requirements		REQUIREMENTS FOR SELECTION SEEDERS AND THEIR TECHNICAL CHARACTERISTICS				
Показатели Indicators	Требования Requirements		Клен-2,8 Klen-2.8	Monoseed DT	Dynamic Disc Plus 870	Winter- steiger – ВИМ (Rowseed)
	первый этап селек- ции first stage of selection	второй этап селекции second stage of selection				
Тип машины Machine type	самоходная self-propelled	самоходная или навесная self-propelled or mounted	навесная mounted			
Тяговый класс энергетического средства, тс The traction grade power tools, tf	0,2	0,6; 1,4; 2,0	0,9-1,4	1,4-2,0	1,4-2,0	0,6
Ширина междурядья, м, Row spacing, m	0,7	0,7	0,45; 0,7	от 0,4	0,2-0,75	от 0,12
Число высевающих секций, шт. Number of seeding sections, pcs	1; 2	4; 6	4 (3, 6)	2-4	2-8	4-6
Расстояние между крайними сошниками, м Spacing between opener system for seed placement, m	0,7	2,1; 3,5	2,8 (2,1; 4,2)	плавно регулируется infinitely adjustable		



Рис. 3. Селекционная касетная сеялка Wintersteiger – ВИМ (Rowseed)

Fig. 3. Selection of cluster sowing machine Wintersteiger – VIM (Rowseed)

Процесс посева семян на втором этапе полностью механизирован. Но необходима разработка сеялки отечественного производства приемлемой стоимости, поскольку цена импортных превышает 1,3 млн руб., что создает проблему для большинства селекционных учреждений Российской Федерации из-за отсутствия необходимых денежных средств [3, 5].

Технологические операции ухода за посевами на опытных делянках и товарных посевах семенной кукурузы идентичны: культивация междурядий, окучивание, подкормка и опрыскивание растений (защита от вредителей и болезней). Для их выполнения используют машины общепроизводственного назначения: культиваторы-растениепитатели типа КРН, подкормщики-опрыскиватели типа ПОМ-630 или их аналоги. Посев по схемам 4:2 и 2:1 обеспечивает наилучшее опыление материнских форм растений, но нет машин для их реализации. Поэтому участки гибридизации в селекционных учреждениях засевают по схеме 4:2. Между участками гибридизации располагаются защитные экраны из высокорослых растений. Как правило, для этой цели используют подсолнечник. Ширина защитных экранов чаще всего принимается равной 8,4 или 11,2 м, что соответствует двум проходам шестирядной или восьмирядной сеялки. Отсюда следует, что для обработки участков гибридизации требуется разработать отечественные малогабаритные опрыскиватели шириной захвата 4,2 м [3].

При создании инбредных линий необходимо исключить попадание пыльцы с других растений на женские соцветия и удалить метелки у мужских соцветий. В США и странах Европы семеноводство основано на механической кастрации – обрыве метелок специальными машинами или вручную. В России используют цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) – биологический метод кастрации растений, без обрыва метелок на материнских растениях. Специалисты считают, что механическая кастрация имеет преимущества: сокращение сроков выведения новых гибридов вследствие исключения процедуры закрепления (создания) ЦМС; выравнивание кукурузы по высоте стебля, размерам початков, ме-

сту их прикрепления к стеблю. На участках гибридизации применяют в основном схему посева 4:2. Следовательно, обрывщик метелок должен быть выполнен в четырехрядном варианте. После окончания процесса опыления отцовскую форму растений желательно удалить. Эта операция исключает возможность попадания семян отцовской формы в гибридные семена и одновременно упрощает процесс уборки. Отцовские растения предпочтительно выкашивать с измельчением и использовать на корм крупному рогатому скоту. Отсюда следует, что в состав комплекса технических средств должен быть включен и двухрядный прокосчик-измельчитель отцовских форм кукурузы. Поэтому необходима разработка его отечественного аналога [1, 3].

Наблюдение за посевами включает в себя проведение следующих операций: визуальный контроль за развитием растений; измерение растений на разных этапах вегетации (контроль динамики развития, морфологическая оценка и др.); анализ полученных результатов. Эти процедуры не подлежат механизации.

На всех этапах работ урожай с каждой делянки убирают отдельно. На первом этапе работ – вручную. На втором этапе, по мнению специалистов, уборка урожая должна заключаться в обрыве початков с обмолотом зерна и сбором последнего в мешкотару или бункер, взвешивании и определении влажности. Есть несколько комбайнов, примерно отвечающих этим требованиям (табл. 2) [1, 3, 10-15].

Применяемые на уборке селекционных делянок комбайны имеют различающиеся по конструкции и назначению средства для отбора проб. Из представленных комбайнов только Wintersteiger Quantum оборудован системой отбора проб, расположенной непосредственно в кабине. У комбайнов Wintersteiger Classic и SR2010 забор проб осуществляется с левой стороны комбайна на оборудованной специально для этих целей площадке. У Nova 340 – со стороны площадки входа.

Практически все комбайны имеют систему электронного взвешивания зерна, кроме Nova 340, который по своей конструкции является больше производственным, чем селекционным. Wintersteiger Classic и Quantum имеют систему Harvestmaster Classic GrainGage, Harvestmaster H2 Classic и систему регистрации и передачи данных, а комбайн SR2010 – систему Coleman.

По показателям «минимальный внешний зазор от конуса крайнего делителя до ближайшего крайнего рядка соседней делянки, 0,15 м» и «максимальная масса урожая с делянки (зерно), 15 кг» все комбайны удовлетворяют предъявляемым требованиям. По показателю «число одновременно убираемых рядков» только комбайн Nova 340 (рис. 4) убирает наибольшее количество рядков одновременно – 4, у остальных этот показатель равен 2.

Для уборки делянок селекционных, контрольных

ТРЕБОВАНИЯ К КОМБАЙНАМ ДЛЯ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СЕЛЕКЦИОННЫХ УЧАСТКАХ И ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ		Table 2			
REQUIREMENTS FOR HARVESTING CORN COMBINES AT BREEDING SITES AND THEIR TECHNICAL CHARACTERISTICS					
Показатели Indicators	Требования Requirements	Nova 340	SR2010	Wintersteiger Quantum	Wintersteiger Classic
Тип комбайна Harvester type	самоходный / фронтальный / ручьевого self-propelled / frontal / row	самоходный self-propelled			
Мощность двигателя, кВт (л.с) Engine power, kW (h.p)	–	132 (180)	60 (82)	55 (75)	38 (52)
Ширина междурядья, м Row spacing, m	0,7	0,7	0,7	0,6 (0,7)	0,6 (0,75)
Ширина захвата, м Width, m	1,4; 2,8	2,8	1,4	1,4	1,4
Габариты, мм: Dimensions, mm: длина (с жаткой) length (cutting table) ширина width высота height	–	8060	(6400)	5700	5150
	1800 или 3200	2985	2500	1500-2250	1835
	–	3960	3300	2975	2350
Радиус поворота, м Turning radius, m	7,5	7,5	3,5	3,5	3,5

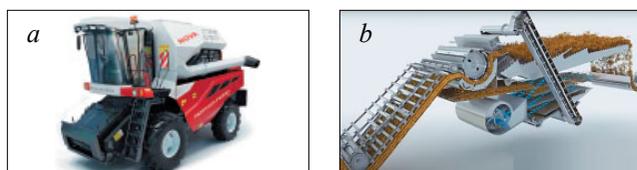


Рис. 4. Комбайн Nova 340 (a) и технологическая схема молотильно-сепарирующего устройства (b)
 Fig. 4. Harvester Nova 340 (a) and technological scheme of threshing separation device (b)

питомников, питомников предварительного сортоиспытания и испытаний потомств второго года (третий этап селекционных работ) предназначен малогабаритный селекционный комбайн Wintersteiger – ВИМ (Classic) (рис. 5). По своим техническим характеристикам он отвечает основным предъявляемым требованиям: мощность двигателя – 30 кВт (52 л.с), ширина междурядий – 0,6 (0,75) м; ширина захвата жатки – 1,25-1,5 м (регулируемая); габаритные размеры (длина×ширина×высота) – 5150×1835×2260 мм; радиус поворота – 3,5 м.

Послеуборочную обработку початков проводят на первом этапе селекции и при первичном семеноводстве кукурузы. Она включает в себя следующие операции: очистка от оберточных листьев; выбраковка початков, их сушка и обмолот; очистка, сортировка и хранение семян.

Основным технологическим процессом послеуборочной обработки кукурузы является обмолот початков, поскольку при этом зерно получает наибольшее количество травм (уровень травмирования зерна может достигать 90-95 %, что существенно снижает по-



Рис. 5. Малогабаритный селекционный комбайн «Classic» Wintersteiger – ВИМ
 Fig. 5. Small-sized selection harvester «Classic» Wintersteiger – ВИМ

севные и урожайные качества семян кукурузы) [3]. Но на разных стадиях селекционного процесса требования к качественным показателям процесса обмола початков различаются достаточно существенно. На этапе сортоиспытания (второй этап селекции) проводится только оценка урожайности новых гибридов кукурузы, она может выполняться по следующим трем основным вариантам, предложенными в работе Курасова В.С. и соавторов [3]:

1. Обрыв початков без очистки и со сбором их в мешкотару; очистка початков на стационарном початкоочистителе; обмолот початков на стационарной или передвижной молотилке; взвешивание и определение влажности зерна. Полевая машина – комбайн пиккер (собиратель початков).

2. Обрыв початков с очисткой их от оберток и сбором в мешкотару; обмолот початков на стационарной или передвижной молотилке; взвешивание и опреде-

ление влажности зерна. Полевая машина – комбайн пиккер-хескер (собиратель-очиститель початков).

3. Обрыв початков с обмолотом зерна и сбором последнего в мешкотару или бункер; взвешивание и определение влажности зерна.

При этом вымолоченное зерно взвешивается, определяется его влажность и чистота, урожай пересчитывается на 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту зерна по выражению:

$$G_{3,ст} = [G_3(100 - W_3)(100 - C_3)] / (100 - W_{3,ст}) 100,$$

где G_3 – урожай без поправки на влажность, т/га; W_3 – влажность убранных зерен, %; C_3 – чистота зерна, %; $W_{3,ст}$ – стандартная (14%) влажность, %.

Разработаны агротехнические требования на приспособление к селекционно-семеноводческому комбайну для уборки кукурузы с обмолотом початков [3]: чистота зерна – не менее 95%; недомолот зерна – не более 2%; дробление зерна – не более 2,5% при влажности зерна 16-20%; 5,0% при влажности зерна 20-30%; при влажности зерна более 30% уровень дробления зерна не регламентируется. На втором этапе селекции уровень дробления зерна не имеет особого значения, главное, чтобы он был одинаков при уборке всех делянок, для получения сопоставимых результатов. К обмолоту початков на первом этапе селекции и этапе первичного семеноводства должны предъявляться те же требования, что и при обмолоте семенной кукурузы (дробление зерна не более 1,5%, микротравмы в области зародыша до 20%; недомолот зерна – не более 1,2%; не допускается сортосмешивание семян при переходе на обмолот другой партии початков) [3, 16-19].

В России на первом условном этапе селекции початки очищают от оберточных листьев вручную. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, ведущиеся в этой области отечественными исследователями, пока не привели к разработке машин, способных обрабатывать партии объемом от одного до нескольких сотен початков. Исключение составляет первичное семеноводство, но только в тех случаях, когда объем производства семян достигает нескольких сотен килограммов. При таких объемах партий уже можно использовать стационарные початкоочистители типа ОП-15, предназначенные для товарного семеноводства [3]. Очищители початков, перерабатывающие многотонные потоки материала, в отличие от молотильно-сепарирующих аппаратов зерноуборочных комбайнов, не могут быть переоборудованы для партий в сотни килограммов. Поэтому техническое обеспечение в последнем случае разрабатывают и комплектуют индивидуально [20]. Из зарубежной техники для этой операции возможно использование початкоочистителя *Tonga* (фирма *Bourgoin*, Франция) или *Zhengzhou Shuli Machine* (Китай).

На базе ВИМ разработали ряд ящичных и платформенных сушилок, отвечающих требованиям се-

лекционного процесса, а также ряд конструкций обмолачивающих устройств, которые соответствуют агротехническим требованиям к обмолоту початков. Выпускаются опытные образцы сушилки лотковой селекционной СЛ-0,3×2 (рис. 6), предназначенной для сушки образцов семян, получаемых с контрольных питомников, делянок предварительного размножения, а также других более мелких делянок. Производительность СЛ-0,3×2 составляет 0,5 т/ч.

На втором условном этапе селекции внедрена ком-



Рис. 6. Сушилка лотковая селекционная СЛ-0,3×2

Fig. 6. Tray breeding dryer SL-0,3x2

байновая технология уборки кукурузы с обмолотом початков, а послеуборочная обработка урожая не требуется, поскольку убранный урожай после определения урожайности используется на фуражные цели [3].

На этапе первичного семеноводства выбор технических средств для послеуборочной обработки кукурузы зависит от объема партии. Если объем составляет сотни килограммов, то возможно использование машин для товарного семеноводства. Несколько десятков килограммов обрабатывают теми же техническими средствами, что и на первом этапе селекции [3].

Выводы. Выявили дефицит современной отечественной специализированной техники для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства кукурузы, соответствующей требуемым параметрам комплексного подхода:

- для сеялок: тяговый класс – 0,2 т (первый этап селекции), 0,6; 1,4; 2,0 (второй этап селекции); ширина междурядья – 0,7 м; число высевальных секций – 1 и 2 (первый этап селекции), 4 и 6 (второй этап селекции); расстояние между крайними сошниками – 0,7 (первый этап селекции), 2,1 и 3,5 (второй этап селекции);

- для уборочной техники: ширина междурядья – 0,7 м; ширина захвата – 1,4 и 2,8 м; габаритный размер (ширина) – 1800 или 3200 мм; радиус поворота – 7,5 м.

Определили, что среди отечественных разработок технических средств для селекции, сортоиспытания и первичного семеноводства кукурузы, предъявляемым требованиям соответствуют:

- селекционные сеялки: для первого этапа селекции – разработки отсутствуют; для второго этапа селекции – возможно использование «Клен-2,8» (тяговый класс – 1,4; ширина междурядья – 0,7 м; число



высевающих секций – 4 и 6; расстояние между крайними сошниками – 2,1) и *Wintersteiger* – ВИМ (*Rowseed*) (тяговый класс – 0,6; ширина междурядья – от 0,12 м; число высевающих секций – 4-6; расстояние между крайними сошниками регулируется);

- комбайны для уборки кукурузы на селекционных участках: *Nova 340* (ширина междурядья – 0,7 м; ширина захвата – 2,8 м; ширина – 2985 мм; радиус поворота – 7,5 м). Его конструкция больше соответствует производственному назначению, чем селекционному.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давыдова С.А., Вахания В.И., Курасов В.С. Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства кукурузы: научный аналитический обзор. М.: Росинформагротех. 2019. 92 с.
2. Голикова С.А. Состояние и тенденции развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018. N2(57). С. 208-216.
3. Курасов В.С., Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ. 2013. 151 с.
4. Sidorenko S., Trubilin E., Kolesnikova E., Hasegawa H. Current situation, issues and trends of mechanization for grain harvesting in the Russian Federation. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2017. Vol. 48. N2. 31-35.
5. Воротников И.Л., Муравьева М.В., Петров К.А. Информационное обеспечение управления процессами регулирования зависимости сельского хозяйства России от импорта семян и семенного материала // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 12. N4 (63). С. 228-234.
6. Панарина В.И., Мельник А.Ф., Полухин А.А. Перспективные направления развития семеноводства в России как фактор обеспечения продовольственной безопасности // *Вестник аграрной науки*. 2017. N6(69). С. 45-53.
7. Маслов Г.Г., Ринас Н.А., Юдина Е.М., Малашихин Н.В. Технологическое и техническое совершенствование процессов возделывания полевых культур // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. 2020. Т. 11. N8. С. 11A8G.
8. Харева А.Р., Гусева А.А. Экономические аспекты создания новых сортов кукурузы: зарубежный опыт // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2020. N2(59). С. 83-87.
9. Moskovsky M.N., Chumak I.V., Chaava M.M. Development of a structural-functional model of a single production process obtaining seed material in farms. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018. Vol. 13. N6.
10. Сотченко В.С., Багринцева В.Н., Сотченко Е.Ф. и др. Пер-

Таким образом, технический уровень устройств для механизации работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы не отвечает параметрам комплексного подхода при обосновании и разработке специализированной техники. Необходима разработка следующих отечественных технических средств: посевных машин для посева питомников первого этапа; маркеров; малогабаритных опрыскивателей; двухрядных прокосчиков-измельчителей отцовских форм кукурузы.

- спективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рек. М.: Росинформагротех. 2009. 72 с.
11. Hansen L., Baggett J., Rome K. The physiology of corn production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1997. Vol. 102. 158-162.
12. Чаплыгин М.Е. Уборка кукурузы на зерно различными жатками // *Сельский механизатор*. 2015. N12. С. 8-9.
13. Hansen A.C., Zhang Q., Wilcox T.A. Modeling and Analysis of Row Crop Harvesting Patterns by Combines. *Transaction of ASABE*. 2007. Vol. 50. N1. 5-11.
14. Trubilin E.I., Truflyak E.V., Sidorenko S.M. Multilevel Systematic Approach To Optimization of Corn Grain Harvesting, Transportation, Post-Harvesting Processing And Storage. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. N7(2). 1426-1437.
15. Лобачевский Я.П., Трубилин Е.И., Труфляк Е.В. Ресурсосберегающие машинные технологии и режимы работы кукурузоуборочных машин // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2016. Т. 10. N1. С. 11-16.
16. Петунина И.А., Короткин А.В., Курасов В.С., Плешаков В.Н. Расчет параметров установки для очистки початков семенной кукурузы // *Сельский механизатор*. 2018. N10. С. 10-11.
17. Курасов В.С., Погосян В.М., Плешаков В.Н., Самурганов Е.Е. Исследование движения кукурузного початка в вальцовой молотилке // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017. N69. С. 315-318.
18. Курасов В.С., Погосян В.М., Цыбулевский В.В. Параметры кукурузной селекционной вальцовой молотилки // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2018. N136. С. 1-14.
19. Бумбар И.В., Кувшинов А.А. К оценке обмолота початков кукурузы бильным барабаном зернового комбайна // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2017. N3 (43). С. 183-191.
20. Петунина И.А., Котелевская Е.А. Аналитический обзор механизации разделения вороха початков // *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева*. 2015. N4(28). С. 61-63.

REFERENCES

1. Davydova S.A., Vakhaniya V.I., Kurasov V.S. Analiz sostoyaniya i perspektivnye napravleniya razvitiya selektsii i semenovodstva kukuruzy: nauchnyy analiticheskiy obzor [The state

analysis and perspective directions of corn selection and seed production development: a scientific analytical review]. Moscow: Rosinformagrotekh. 2019. 92 (In Russian).

2. Golikova S.A. Sostoyaniye i tendentsii razvitiya selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii [The state and development trends of agricultural crops selection and seed production in the Russian Federation]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. N2(57). 208-216 (In Russian).

3. Kurasov V.S., Kutseev V.V., Samurganov E.E. Mekhanizatsiya rabot v selektsii, sortoispytaniy i pervichnom semenovodstve kukuruzy: monografiya [The mechanization of work in corn selection, variety testing and primary seed production: monograph]. Krasnodar: KubGAU. 2013. 151 (In Russian).

4. Sidorenko S., Trubilin E., Kolesnikova E., Hasegawa H. Current situation, issues and trends of mechanization for grain harvesting in the Russian Federation. *AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 2017. Vol. 48. N2. 31-35 (In English).

5. Vorotnikov I.L., Murav'eva M.V., Petrov K.A. Informatsionnoye obespecheniye upravleniya processami regulirovaniya zavisimosti sel'skogo khozyajstva Rossii ot importa semyan i semennogo materiala [Information support for managing the processes of regulating the dependence of Russian agriculture on imports of seeds and seed material]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. Vol. 12. N4(63). 228-234 (In Russian).

6. Panarina V.I., Mel'nik A.F., Polukhin A.A. Perspektivnyye napravleniya razvitiya semenovodstva v Rossii, kak faktor obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti [Promising directions of seed production development in Russia as a factor of food security]. *Vestnik agrarnoy nauki*. 2017. N6(69). 45-53 (In Russian).

7. Maslov G.G., Rinas N.A., Yudina E.M., Malashikhin N.V. Tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe sovershenstvovanie protsessov vozdel'yvaniya polevykh kul'tur [Technological and technical improvement of field crop cultivation processes]. *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. 2020. Vol. 11. N8. 11A8G (In English).

8. Kharebava A.R., Guseva A.A. Ekonomicheskie aspekty sozdaniya novykh sortov kukuruzy: zarubezhnyy opyt [Economic aspects of creating new varieties of corn: foreign experience]. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve*. 2020. N2(59). 83-87 (In Russian).

9. Moskovsky M.N., Chumak I.V., Chaava M.M. Development of a structural-functional model of a single production process obtaining seed material in farms. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018. Vol. 13. N6 (In English).

10. Sotchenko V.S., Bagrintseva V.N., Sotchenko E.F. et al. Perspektivnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva kukuruzy na zerno: metod. rek. [Promising resource-saving

technology for the corn production for grain: methodical recommendations]. Moscow: Rosinformagrotekh. 2009. 72 (In Russian).

11. Hansen L., Baggett J., Rome K. The physiology of corn production. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1997. Vol. 102. 158-162 (In English).

12. Chaplygin M.E. Uborka kukuruzy na zerno razlichnymi zhatkami [Corn harvesting for grain by various reapers]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2015. N12. 8-9 (In Russian).

13. Hansen A.C., Zhang Q., Wilcox T.A. Modeling and Analysis of Row Crop Harvesting Patterns by Combines. *Transaction of ASABE*. 2007. Vol. 50. N1. 5-11 (In English).

14. Trubilin E.I., Truflyak E.V., Sidorenko S.M. Multilevel Systematic Approach To Optimization of Corn Grain Harvesting, Transportation, Post-Harvesting Processing And Storage. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. N7 (2). 1426-1437 (In English).

15. Lobachevskiy Ya.P., Trubilin E.I., Truflyak E.V. Resursoberegayushhie mashinnye tekhnologii i rezhimy raboty kukuruzoborochnykh mashin. [Resource saving machine technologies and modes of operation of corn harvesting machines]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016. N1. 11-16 (In Russian).

16. Petunina I.A., Korotkin A.V., Kurasov V.S., Pleshakov V.N. Raschet parametrov ustanovki dlya oчитki pochatkov semennoy kukuruzy [Calculation of parameters of the plant for cleaning corn cobs]. *Sel'skiy mekhanizator*. 2018. N10. 10-11 (In Russian).

17. Kurasov V.S., Pogosyan V.M., Pleshakov V.N., Samurganov E.E. Issledovanie dvizheniya kukuruznogo pochatka v val'tsovoy molotilke [Study of corn cob movement in roller threshing machine]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. N69. 315-318 (In Russian).

18. Kurasov V.S., Pogosyan V.M., Tsybulevskiy V.V. Parametry kukuruznoy selektsionnoy val'tsovoy molotilki [Parameters of the corn selection roller thresher]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. N136. 1-14 (In Russian).

19. Bumbar I.V., Kuvshinov A.A. K ocenke obmolota pochatkov kukuruzy bil'nym barabanom zernovogo kombayna [To assess the threshing of corn cobs with a grain combine drum]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. 2017. N3(43). 183-191 (In Russian).

20. Petunina I.A., Kotelevskaya E.A. Analiticheskiy obzor mekhanizatsii razdeleniya vorokha pochatkov [Analytical review of cobs heap separation mechanization]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva*. 2015. N4(28). 61-63 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.04.2020
The paper was submitted
to the Editorial Office on 14.04.2020

Статья принята к публикации 07.09.2020
The paper was accepted
for publication on 07.09.2020