

УДК 633.36/37
ГРНТИ 68.35.31

М.И. Волошин, д-р с.-х. наук,
Д.В. Лебедь, соискатель
Агрохолдинг «Кубань»
А.С. Брусенцов, канд. техн. наук, доцент
Кубанский госагроуниверситет

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ НОВОГО БОБОВОГО РАСТЕНИЯ – ГУАРА (*CYAMOPSIS TETRAGONOLOBA* (L) TAUB)

[M.I. Voloschin, D.V. Lebed, A.S. Brusencov. The results of new bean plant, guar, introduction (*Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub)]

Статья посвящена актуальной проблеме – замене импортной растительной продукции, в частности, гуаровой камеди, за счет интродукции новой для РФ бобовой культуры – *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. Целью статьи является ознакомление заинтересованного круга лиц с результатами интродукции гуара на юге страны. Дается описание морфологических признаков и биологических свойств, результатов агротехнических и селекционных опытов с гуаром. Установлен оптимальный для Краснодарского края срок посева гуара – вторая половина мая. Авторами работы выделены два морфологических типа растений – ветвящиеся и одностебельные. Для каждого из них предварительно установлены ориентировочные диапазоны густоты стояния растений с целью получения максимального урожая семян, соответственно: 200-250 и 250-300 тысяч растений на гектар. В результате селекционной работы получен исходный материал для выведения сортов с ценными признаками и свойствами: семенная продуктивность, устойчивость к полеганию, высота прикрепления нижних бобов на стебле и др. Урожайность семян лучших номеров в сортоиспытании превысила 24 ц/га. Однако в опытах выявлены и ограничивающие факторы увеличения уровня урожайности культуры – температура и влажность почвы в период посева и поражение растений альтернарией и бактериальной гнилью. С учетом морфологических особенностей семян и стебля гуара авторами предложены усовершенствованные технические средства для посева и обмолота растений. Конструкция высевального аппарата сеялки позволяла осуществлять размещение семян в рядках в пределах 6-12 см. При уборочной влажности 30% растения имеют прочный стебель, обмолот которого в предложенном молотильном устройстве был не целесообразным в виду низких прочностных качеств материала молотильного барабана. В связи с этим предложена дополнительная технологическая операция отделения бобов от стебля путем очесывания последних модернизированной молотилкой. В заключение делается вывод о целесообразности расширения исследований по новой культуре в регионах с подходящими для гуара почвенно-климатическими условиями.

The article is devoted to current problem – a replacement of plant products, in particular guar gum due to the introduction of the new for the Russian Federation leguminous crop – (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub). The aim of the article is familiarization of the interested persons with the results of guar introduction in the south of Russia. There is the description of morphobiological characteristics and properties, results of agronomic and breeding experiments with guar in the article. They have established the optimal term of guar sowing – the second half of May. The authors of the work emphasize two morphological type plants – branched and single-stemmed. For each of them preliminary estimated ranges of plants standing density have been established with the aim of maximizing the yield of seeds – correspondingly: 200-250 and 250-300 thousand plants per hectare. Because of breeding work the breeding material with the valuable characteristics and properties have been obtained: seed productivity, lodging resistance, height of attachment of lower beans on the stalk and others. The yield of seeds of the best numbers when testing has exceeded 24 quintals per hectare. The limiting factors of increasing crop yield have been identified: temperature and soil moisture at the time of sowing and defeat of plants by *Alternaria* rot and bacterial. The authors offer advanced technical equipment for sowing and threshing

of plants taking into account of morphological features of seeds and stems of guar. The design of the seeder allow implementing the placement of seeds in rows within 6-12 centimeters. When harvest moisture 30% of plants have durable stemthreshing of what the proposed device was impractical because of low durable qualities of threshing drum's materials. In this regard, it was offered an additional technological operation of beans' separation from the stalk by towing ones by modernizedthresher. In conclusion it is done the inference about the expediency of research extension on a new culture in the regions with suitable for guar soil and climatic conditions.

Агрономия, гуар, камедь, почва, растение, семенная продуктивность, техника, циамопсис.

Agronomy, guar, gum, soil, plant, seed productivity, technique, cyamopsis.

Введение.

Бобовые культуры популярны благодаря высокому содержанию белка и способности фиксировать атмосферный азот посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями. Среди 700 родов бобовых, произрастающих на земном шаре, гуар можно считать новичком современного земледелия. Из небольших посевных площадей Индии и Пакистана, где свежие бобы и зерно издавна используются населением в пищу, а листостебельная масса — на корм животным и в качестве сидерата, гуар перешагнул в другие страны и в настоящее время занимает площадь около трех миллионов гектаров. Стремительный рост популярности гуара объясняется открытием уникальных технологических свойств важнейшего компонента зерна — гуаровой камеди.

Камедь необходима для газовой, нефтяной, пищевой, косметической и даже фармацевтической промышленности. Загущающая способность камеди широко используется при производстве молочных, мясных и других продуктов питания. Дозировка галактоманнанов в пищевых продуктах составляет от 0,05% (сухие завтраки из картофеля и зерновых) до 1,0% (эмульгированные соусы). Катионактивный («шелковый») гуар применяется при изготовлении косметических средств.

Среди всех отраслей мирового производства наибольшую потребность в гуаре испытывает нефтегазовая промышленность, где камедь с вязкостью от 6500 до 9000 единиц используется в качестве связующего компонента наполнителей. При добыче газа и нефти в скважину подается раствор гуаровой камеди вместе с расклинивающими веществами для создания трещин, по которым после определенных технологических приемов поступает природный углеводород. Потребность камеди для подготовки скважины составляет в среднем около 9 тонн, что эквивалентно 25-30 тоннам семян. Применение гуаровой камеди увеличивает добычу газа и нефти как на новых, так и на старых скважинах.

Несмотря на практическую значимость культуры, работа с гуаром в нашей стране

практически не велась. Вполне вероятно, что причиной явились неутешительные выводы первоначального изучения культуры во ВНИИ растениеводства в Ленинградской области и Закавказье, в результате чего гуар попал в ряд мало перспективных сельскохозяйственных объектов [3]. Исследования культуры были полностью прекращены, а коллекционные образцы переданы в братские республики. Возросший спрос на гуаровую камедь со стороны пищевой, нефтегазовой промышленности и других отраслей народного хозяйства и изменения в экономике создали условия для пересмотра отношения к культуре.

Целью нашего исследования являлось изучение биологии роста и развития гуара с целью интродукции и селекции сортов для условий юга европейской части России.

Биология роста и развития гуара.

Гуар (циамопсис, гороховое дерево) — однолетняя бобовая культура, внешне напоминающая сою. Из пяти видов рода *Cyamopsis*: *C. dentata* (N.E.Br.); *C. psoraloides* D C.; *C. senegalensis* Guill & Perr.; *C. serrata* Schinz, произрастающих в Юго-Восточной Азии и Африке, наибольшее распространение получил *C. tetragonoloba* (L.) Taub. (циамопсис четырехкрыльниковый) [2]. Диплоидный набор гуара включает 14 хромосом.

Гуар относится к самоопылителям; незначительная часть цветков опыляется насекомыми. Растения вида представлены одностебельными и ветвящимися формами, высотой до двух метров, с толстым, полым стеблем и очень прочным стержневым корнем. Листорасположение — очередное. Простые листья яйцевидные, настоящие — тройчатые, зазубренные или гладкие по краям. Соцветия расположены в пазухах листьев; чередование продуктивных и непродуктивных узлов следует определенной закономерности и зависит от генотипа и условий выращивания.

Цветение начинается с нижней части стебля. Цветки мелкие, неправильные, состоят из 5 чашелистиков, венчик — из 5 лепестков, собраны в кисти по 5-35 штук. Венчики бледно-розоватого цвета. Боб — саблевидно-изогнутый

с заостренной верхушкой, с выпуклым очертанием семенных гнезд, длиной до 14 см. Число семян в нормально развитых бобах составляет от 5 до 11 штук. Редко расположенные семена крепятся к брюшному шву короткими семяножками. Семена средней величины, по форме — квадратно-сдавленные и неправильно-сдавленные, реже — округлые, кремового или серого цвета, с массой 1000 зерен от 20 до 40 граммов. Отдельные образцы формируют более крупные семена. При этом форма бобов сильно изогнутая с небольшим скручиванием. По данным лаборатории «Центра по контролю качества кормов «Кубань», массовая доля сырого протеина в зерне гуара составляет от 29,2 до 30,4%.

В онтогенезе гуар проходит следующие фазы: прорастания, всходов, стеблевания и ветвления, бутонизации, цветения, образования семян, созревания. Как и большинство бобовых культур тропического пояса, гуар выносит семядоли на поверхность. По этой причине глубина заделки семян при посеве составляет 2-3 см. Семядольные и простые листья (1-6) сохраняются на растении до двух месяцев. По сравнению с бобовыми культурами умеренной зоны нашей страны, гуар имеет продолжительный вегетационный период, составляющий в условиях Краснодарского края 100 и более дней. Культура короткого дня; при сокращении продолжительности освещения вегетационный период сокращается. В пределах вида существуют короткодневные, нейтральные и длиннодневные экотипы. Гуар — теплолюбивая культура, лучше растет на почвах с легким механическим составом, засухоустойчивая, но отзывчивая на частое увлажнение, плохо выносит затопление и сорную растительность.

С начала прошлого столетия гуар признан источником сырья растительного происхождения, а с середины века становится товаром международной торговли. Наиболее ценная часть семян — гуаровая камедь (стабилизатор Е412) находится под оболочкой и составляет около трети веса зерна [6]. По химическому составу камедь на 75-85% состоит из полисахаридов галактоманнанов — галактозы и маннозы. В структуре гуаровой камеди на одно звено галактозы приходится два звена маннозы. Технология выделения галактоманнанов довольно сложная и включает экстракцию полисахаридов из размолотых семян, обработку реагентами для выделения конечного продукта, фильтрацию, высушивание и измельчение. Товарная гуаровая камедь представляет собой измельченный эндосперм семян в виде порошка от белого до светло-желтого цвета, лишенный зародышей и семенной кожуры.

Основной характеристикой качества камеди является вязкость 1% водного раствора, опре-

деляемая после 24 часов гидратации и составляющая 3000-7000 единиц. Гуаровая камедь является гигроскопическим продуктом, для предотвращения потери качества при хранении влажность не должна превышать восьми процентов. Растворы камеди стабильны при температуре не выше 90 градусов и pH 4,0-10,5, сохраняют хорошую стойкость при замораживании и оттаивании.

Внутреннюю часть семени составляют семядоли, на которых приходится 43-46% от веса зерна. В процессе технологической переработки после выделения камеди из зерна происходит смешивание измельченных семядолей с оболочкой и сушка. Полученная смесь используется на корм животным и птице в виде порошка или гранул [2]. Гуаровый корм ценен не только высоким содержанием протеина (50-52%), но и наличием незаменимых аминокислот: лизина — 2,95%; лейцина — 2,8%; треонина — 1,7%; триптофана — 0,8% и других.

При кормлении молочного стада наблюдается увеличение жирности молока, повышается стабильность удоев. Ограничивающими факторами применения корма являются ингибиторы трипсина, остатки камеди, сапонины. Камедь из-за склеивающих свойств увеличивает кишечную вязкость и уменьшает всасывание питательных веществ, поэтому гуаровый корм рекомендуется добавлять в рационы в дозированных количествах, которые составляют: для крупного рогатого скота 5-15%, свиней — 3-5%, птицы — 5-10%, рыбы — 1-2%.

Необходимо отметить важность культуры как предшественника для зерновых культур в севообороте. Как и другие бобовые культуры, гуар сохраняет и повышает плодородие почвы за счет фиксации свободного азота симбиотическими организмами, а также разложения пожнивных остатков. Массовая доля сырого протеина в пожнивных остатках составляет 6,2-8,7%; клетчатки — 18,3-21,7%. В регионах постоянного произрастания гуар возделывается в севооборотах с хлопчатником, сорго и другими культурами. Рэнди Андерсон приводит пример удвоения урожая проса американского (*Pennisetum glaucum*) после введения гуара в севооборот по сравнению с его монокультурой в Индии [2].

Материал и методика.

Исследования проводили в двух зонах Краснодарского края в период 2012-2015 гг. Почвы центральной зоны представлены черноземами выщелоченными, северной — обыкновенными. Температурный и водный режим за годы опытов несколько отличался от средних многолетних показателей и был благоприятным для проведения полевых исследований.

При интродукции и селекции использовали полевую метод, который включал изучение исходного материала и оценку по основным при-

знакам выделенных генотипов. Площадь делянок в селекционных питомниках составляла 10 кв. м, в сортоиспытании – 25 кв. м. Стандарт – исходная форма из Ирана.

В агротехнических опытах изучали сроки посева, влияние способа посева и густоты стояния растений на урожайность семян. Учетная площадь делянок составляла 3 и 25 кв. м. Определение оптимального срока посева проводили путем закладки делянок выделенных номеров через каждые 10 дней, начиная с середины третьей декады апреля. Реакцию одностебельных и ветвящихся экотипов на площадь питания растений определяли в радиальном посеве в центральной зоне края. В каждом из четырех повторений высевалось 11 номеров со средними междурядьями 14; 42; 70; 98 и 119 см. Учет урожая проводили на каждой метровке. В широко-рядном посеве (0,45 м) формировали густоту стояния 50, 110, 200, 250 и 300 тысяч растений на гектар. Фенологические наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам работы с бобовыми культурами.

Посев селекционных питомников гуара вели модернизированной ручной сеялкой РСМ 1 Кубанского ГАУ, высевающий аппарат которой выполнен в виде катушки зерновой сеялки. Параметры гнезда высевающего аппарата соответствовали размерам семян. Норму посева устанавливали путем изменения передаточного числа на шкивах. Посев осуществляли широко-рядным способом с междурядьем (0,45 м) и интервалом между семенами в рядах 6–12 см.

Ввиду недостаточной изученности влияния прямого способа уборки и воздействия рабочих органов комбайна на семена растений, уборку вели раздельным способом при созревании 65–85% сформировавшихся бобов. Для проведения обмолота сухие растения сначала помещали в устройство очесывающего типа с целью отде-

ления бобов. Данная технологическая операция была необходима из-за повышенной прочности стеблей. Обмолачивая такую массу без предварительного отделения бобов, затрачивали большую энергию на измельчение стеблей, чем необходимо для выделения семян, тем самым вызвали дробление семенного материала и износ эластичной поверхности молотильного барабана. Технологический процесс обмолота выглядел следующим образом. Пучки растений подавали в молотильный аппарат очесывающего типа с эластичными штифтами барабана с целью предотвращения преждевременного разрушения бобов. Выделенные бобы и часть семян просыпались через подбарабанье и осаждались в поддоне, легкие фракции выдувались вентилятором. Затем бобы помещали в молотилку бильного типа конструкции Кубанского ГАУ для выделения семян и частичной их очистки. Конструкция молотилки имеет вертикальную загрузку с перекрывающимся каналом подачи материала в молотильную камеру. Молотильный аппарат выполнен в виде лопастей из эластичного материала, который обладает упругими свойствами и абсорбирует энергию удара в момент контакта с семенами, не давая ей накапливаться в семенах до критического порога разрушения. Молотильный зазор и создание рабочей зоны обмолота с постоянной скоростью изменения зазоров (без выступов и карманов) «от входа к выходу» выполнили по участку спирали $R = b - a\varphi$ (Архимеда), у которой расстояние от центра спирали до крайних точек подбарабанья уменьшается с постоянной скоростью от входа к выходу рабочей щели. Подбарабанье изготовили из стального листового материала. Радиус подбарабанья соответствовал спирали Архимеда и обеспечивал зазоры на входе $Z_{вх} = 28$ мм и выходе $Z_{вых} = 14$ мм соответственно [1].

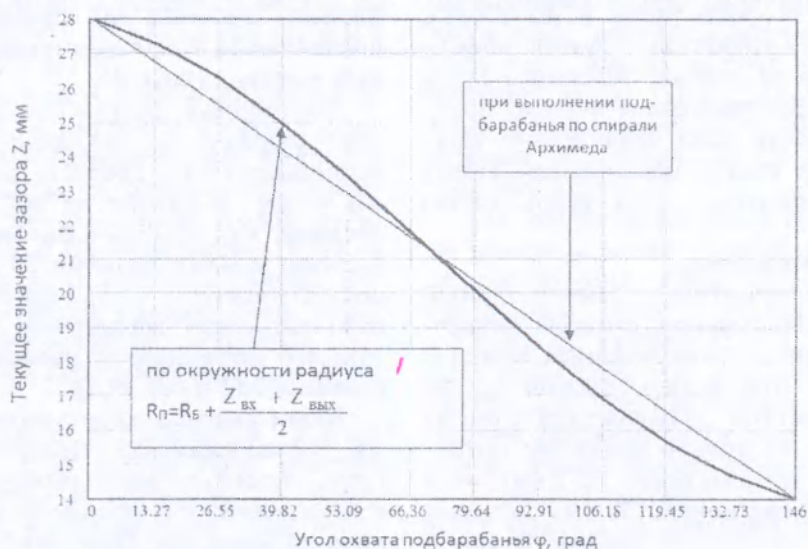


Рисунок 1 – Сравнение параметров участка подбарабанья

Таблица 1 – Влияние срока посева на урожайность семян гуара и составляющих компонентов селекционного номера Р 353 (Среднее за 2013-2015 гг.)

Показатель	Дата посева				
	25.04	4.05	14.05	24.05	2.06
Полевая всхожесть, %	12	43	68	83	88
Высота перед уборкой, см	25	37	59	92	107
Зрелых бобов на растении, шт.	7	15	42	86	84
Семян в бобе, шт.	3	3	4	5	5
Урожайность семян, г с 1 кв. м	2,1	13,9	79,9	249,1	258,5
Всхожесть, %	61	69	86	98	98

Для сепарации выполнили сверления в подбарабанье диаметром 8 мм, обрушенные семена собирали в контейнер, легкие фракции выводили из зоны обмолота воздушным потоком, создаваемым вентилятором.

Ввиду отсутствия отечественного стандарта на семена гуара в опытах использовали методику определения посевных качеств семян Международной ассоциации по семенному контролю (ИСТА). Согласно «Правил» организации, определение энергии прорастания и всхожести семян вели на субстрате МБ при температуре 25°C. Первый подсчет (энергии прорастания) вели на 5 день; окончательный (всхожести) – на 14 день после закладки опыта (Международные правила анализа семян, 1984). Статистическую обработку результатов опытов проводили по общепринятым методикам.

С целью выбора оптимальных зон предстоящего возделывания гуара в производстве анализировали агрометеорологические факторы, их сходство и различие с регионами традиционного возделывания культуры. Как известно, основное производство семян культуры сосредоточено на западе Индии, где посев проводится в июне (без подкоса и с подкосом вегетативной массы через 30-45 дней после появления всходов), уборка на семена – в конце октября. Среднесуточная температура воздуха после отрастания второго укоса и до уборки составляет около 27 градусов, а сумма эффективных температур за период вегетации гуара составляет более 3200 градусов. По этому показателю Краснодарский край значительно уступает тропическому поясу, обеспечивая сумму эффективных температур (>15) лишь около 2400 градусов [4].

Результаты и обсуждение.

Наиболее благоприятный температурный режим для гуара складывается в пятой, четвертой и шестой климатических подзонах Краснодарского края [4]. При выборе сроков посева питомников и участков размножения принимали во внимание не только величину температуры на глубине заделки семян (2-3 см), но и в более глубоких слоях почвы (30 см), которые в весеннее время достаточно долго остаются прохладными и отрицательно сказываются на полноте всходов и устойчивости растений к

болезням. По результатам наших опытов оптимальным периодом посева определена вторая половина мая (табл.1).

Как следует из табл.1, полевая всхожесть семян и сохранность растений гуара увеличивалась при поздних сроках посева. Аналогично протекали процессы роста растений и формирования репродуктивных органов. Запаздывание с посевом снижало урожайность вследствие сокращения вегетационного периода и гибели от осенних заморозков, как это наблюдалось в 2013 году.

Гуар считается засухоустойчивой культурой, однако хорошо отзывавшейся на кратковременное, но регулярное увлажнение [2]. По условиям обеспеченности влагой агроклиматические подзоны края мест проведения исследований, в основном, благоприятны для возделывания культуры при условии соблюдения агротехнических приемов, направленных на максимальное сбережение и использование атмосферных осадков, а также при поливе.

С целью предварительного выбора оптимальной густоты стояния гуара был использован радиальный посев, успешно применявшийся на агротехнических опытах и демонстрационных участках семенных посевах люцерны (Волошин, 1998). Посев позволяет проводить глазомерную оценку растений и определять оптимальную площадь питания для сравнительно большого числа сортов и селекционных номеров на опытных участках (табл. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности закладки селекционных и семеноводческих посевов гуара с междурядьями 45 см. В группе не ветвящихся сортов, в среднем, как обычный рядовой, так и широко-рядный, с междурядьями 70 и более сантиметров уступали ему от 915 до 883 кг/га. Меньшая разница между вариантами опыта отмечена у лучшего ветвящегося номера Р 195, соответственно, 732 и 631 кг/га.

Наши выводы согласуются с рекомендациями международной практики возделывания гуара, использующей междурядья 50 см при возделывании без орошения и 60 см – при поливе по бороздам. При такой схеме посева на 1 кв. метр высевают 20-30 семян, что соответствует густоте 200-300 тыс. растений на гектар.

Таблица 2 – Урожайность семян селекционных номеров гуара в радиальном посеве (2014-2015 гг.)

Селекционный номер	Урожайность семян при средних междурядьях, кг с 1 га				
	14 см	42 см	70 см	98 см	119 см
Т 230	895	1664	1789	1027	672
Т 225	891	1783	1281	1075	883
Р 195	1076	1808	1504	1177	1207
Т 219	805	1889	1574	1202	1132
Среднее	916	1786	1537	1120	937

НСР₀₅ для номера – 92 кг/га; НСР₀₅ для способа – 135 кг/га

Таблица 3 – Урожайность зерна и структура семенной продуктивности перспективных линий гуара (2014-2015 гг.)

Номер линии	Количество				
	кистей, на одно растение, шт.	бобов в одной кисти, шт.	семян в бобе, шт.	семян на одно растение, шт.	урожайность зерна, ц с 1 га
Стандарт	11,4	7,6	4,9	424	22,9
Т 206	12,8	8,3	4,3	457	24,6
Т 121	10,3	7,5	5,8	448	24,2
Р 10	12,7	6,4	5,0	406	22,0
Р 194	10,5	6,3	5,7	377	20,7
Р 401	13,4	5,2	5,4	376	20,3
НСР ₀₅	1,7	0,6	0,5	31	1,1

Иного мнения придерживаются ученые из штата Аризона, США. W.L. Alexander с коллегами в опыте с тремя сортами гуара: Kinman, SantaCruz, Lewis в условиях орошения получили одинаковый урожай семян при густоте стояния 775 900 и 259 500 растений на гектаре (соответственно 1833 кг/га; 1832 кг/га) в 1983 году. В аналогичном опыте 1984 года собрали, соответственно, 1572 кг/га; 1610 кг/га [5]. Полученные результаты свидетельствуют: во-первых, о необходимости проведения опытов в конкретных почвенно-климатических условиях; во-вторых, о сходимости показателей урожайности полученных результатов в Краснодарском крае и в США. Для сравнения приводим среднюю величину урожайности в странах возделывания гуара в конце прошлого века: в Индии – от 242 до 518 кг/га; в Пакистане – от 447 до 780 кг/га и в США – от 437 до 896 кг/га.

Селекция гуара, как и любой другой культуры, начинается с исходного материала. Ученые ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) приложили определенные усилия к формированию коллекции новой культуры. Как отмечал В.Ф. Дорофеев (1979), в Сенегале и Гвинее были собраны формы циамопсиса с повышенным содержанием камеди в зерне. Однако по вышеупомянутым причинам их не удалось вовлечь в селекционный процесс.

Несколько индийских образцов изучил бывший аспирант ВИР Нгуен Лок, отметив очень медленный рост и значительную гибель всходов и взрослых растений гуара. Так, в Сухуми высота растений в фазу цветения не пре-

вышала 10 см, а на стебле формировалось всего по 2-4 боба [3]. Наши лучшие селекционные линии формируют 60 и более бобов на растение (табл. 3).

Приведенные в табл. 3 показатели являются ведущими при оценке селекционного материала. Отбор ведется как в разреженном посеве (50 тыс.), так и при рекомендуемой нами густоте стояния 200-300 тыс. растений на гектаре. При такой густоте формируется оптимальное соотношение числа образовавшихся и убранных машинным способом бобов. Высота прикрепления нижней кисти на изреженных травостоях составляет около трех сантиметров, на которых формировалось от 6 до 10 бобов, что, естественно, ведет к полевым потерям. По аналогии с соей, селекция которой ведется более века, избежать потерь нижних бобов у гуара пока можно за счет агротехники. В результате отбора выделены 142 линии с ценными селекционными признаками, часть из которых достоверно превзошла стандарт по продуктивности.

Как подтвердили наши исследования, потери урожая в зонах выращивания гуара приносят две болезни – бактериальная гниль («бактериальный ожог»), вызываемая *Xanthomonas compestris* pv. *cyamopsidis* и альтернария – *Alternaria cucumerina* var. *cyamopsidis*, которые, несмотря на протравливание семян и новые условия произрастания уже отмечены на растениях. Успешное решение вопроса иммунитета и защиты растений от названных болезней будет зависеть от дальнейшей работы селекционеров и фитопатологов.

Таблица 4 – Работы экспериментальной молотилки со сменными подбарабаньями

Обороты барабана, п – мин. ⁻¹	Вариант подбарабанья	Дробление зерна, %					\bar{x}
250	$R = b - \alpha\varphi$	0,90	0,94	0,93	0,88	0,87	0,9
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,10	1,03	1,20	1,29	1,38	1,20
350	$R = b - \alpha\varphi$	1,09	1,04	0,96	1,03	1,16	1,05
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,52	1,43	1,26	1,54	1,54	1,50
400	$R = b - \alpha\varphi$	1,08	1,03	1,13	1,03	1,13	1,08
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,55	1,69	1,66	1,50	1,67	1,61
450	$R = b - \alpha\varphi$	1,22	1,40	1,45	1,30	1,20	1,31
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,64	1,76	1,58	1,59	1,65	1,64
500	$R = b - \alpha\varphi$	1,40	1,50	1,36	1,40	1,25	1,38
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,60	1,84	1,70	1,72	1,87	1,74

Таблица 5 – Результаты статистической обработки полученных данных по дроблению

Обороты барабана, п – мин. ⁻¹	Вариант подбарабанья	\bar{x}	s_d	$x_1 - x_2$	HCP_{05}
250	$R = b - \alpha\varphi$	0,90	0,0040	0,30	0,0001
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,20			
350	$R = b - \alpha\varphi$	1,05	0,0030	0,45	0,0071
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,50			
400	$R = b - \alpha\varphi$	1,08	0,0015	0,53	0,0034
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,61			
450	$R = b - \alpha\varphi$	1,31	0,0026	0,33	0,0060
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,64			
500	$R = b - \alpha\varphi$	1,38	0,0029	0,36	0,067
	$R_{\Pi} = R_{\text{Б}} + \frac{Z_{\text{вх}} + Z_{\text{вых}}}{2}$	1,74			

В процессе уборки делянок полевых опытов определили оптимальные режимы работы экспериментальной молотилки, используя сменные подбарабанья, качество работы оценивали по дроблению семенного материала, данные занесли в табл. 4, 5.

Из анализа данных табл. 5 следует, что выполнение рабочей поверхности подбарабанья по спирали Архимеда существенно снижает дробление семян гуара на выбранных оборотах

молотильного барабана экспериментальной молотилки.

Выводы.

1. Интродукция новых растений способствует расширению культурной флоры страны и выполнению программы улучшения благосостояния населения. За период наших исследований была установлена возможность возделывания гуара на юге европейской части страны и определены наиболее благоприятные зоны для про-

ведения селекционной работы и возделывания гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub).

2. Ограничивающим фактором успешного возделывания гуара в Краснодарском крае является температура воздуха и почвы. Оптимальный срок посева теплолюбивой культуры гуара наступает при прогреве почвы на глубине пахотного слоя около 21-24 градусов и в зоне проведения опытов приходится на вторую половину мая.

3. Густота стояния растений зависит от морфологического типа и биологических особенностей сорта. Установленная густота стояния для одностебельных форм составляет 250-300 тысяч, ветвящихся – 200-250 тысяч растений на гектар.

4. В результате исследований выделены 142 линии, обладающие ценными для производства селекционными признаками – раннеспелостью, высокой семенной продуктивностью, засухоустойчивостью, пригодностью к механизированной уборке урожая.

5. Разработаны специальные средства механизации посева, обмолота растений и очистки семян гуара для первичных этапов селекционных и семеноводческих работ. Новые технические средства обмолота растений позволяют практически полностью исключить дробление и обеспечивают получение семян с высокими посевными качествами.

Литература

1. Брусенцов, А. С. Параметры молотильного аппарата зерноуборочного комбайна для уборки зернобобовых культур на семена / А. С. Брусенцов. – Дисс. канд. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 136 с.

2. Костенкова, Е. В. Применение *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и рыб: проблемы и перспективы / Е. В. Костенкова, Л. Н. Рейнштейн, П. С. Остапчук // Таврический вестник аграрной науки. – № 3 (4). – Р. Крым, 2015. – С. 108-117.

3. Нгуен, Лок. Первичное изучение исходного материала бобовых культур для интродукции и селекции / Лок Нгуен. – Ленинград. – 1966. – С. 3-23.

4. Справочник агроклиматического оценочного зонирования субъектов Российской Федерации. Учебно-практическое пособие / Под ред. С. И. Носова. – М.: 2010. – 208 с.

5. Alexander, W. L. Irrigation Water Management for Guar Seed Production / W. L. Alexander, D. A. Bucks and R. A. J. Backhaus. – Agron. – 1988. – V. 80. – P. 447-453.

6. Veena, Jain. Variation for gum content in guar / Jain Veena and M. L. Saini. – Agric. Sci. Digest. – 1986. – № 6 (4). – S. 197-199.

References

1. Brusencov, A. S. Threshing device settings of grain-harvesting combine for harvest of legumes on seeds / A. S. Brusencov. – Diss. ... kand. tehn. nauk // Krasnodar, 2009. – 136 s. [in Russian].

2. Kostenkova, E. V. *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub application in the feeding of farm animals, birds and fish: problems and prospects / E. V. Kostenkova, L. N. Rejnshtejn, P. S. Ostapchuk // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. – № 3 (4). – R. Krym. – 2015. – S. 108-117. [in Russian].

3. Nguen, Lok. Primary studying of bean plants original material for introduction and selection / Lok Nguen. – Leningrad, 1966. – S. 3-23. [in Russian].

4. Guidebook for agroclimatic evaluative zoning of the Russian Federation subjects. Uchebno-prakticheskoe posobie. – Pod red. S. I. Nosova. – M.: 2010. – 208 s. [in Russian].

5. Alexander, W. L. Irrigation Water Management for Guar Seed Production / W. L. Alexander, D. A. Bucks and R. A. Backhaus // Agron. – 1988. – V. 80. – P. 447-453.

6. Veena, Jain. Variation for gum content in guar / Jain Veena and M. L. Saini // Agric. Sci. Digest. – 1986. – 6 (4). – S. 197-199.

Волошин Михаил Иванович, д-р с.-х. наук, консультант Агрохолдинга «Кубань», E-mail: mihail.voloshin@rambler.ru

Лебедь Дмитрий Васильевич, директор по растениеводству Агрохолдинга «Кубань»

Брусенцов Анатолий Сергеевич, кан. тех. наук, доцент, E-mail: Brusentsov.A.S@yandex.ru

Кубанский госагроуниверситет

Voloshin Mikhail Ivanovich, Dr agricultural sciences, consultant Agroholding "Kuban", E-mail: mihail.voloshin@rambler.ru

Mikhail Ivanovich, dr agricultural Science consultant Agroholding "Kuban"

Brusentsov Anatoly Sergeevich, kan. those. sciences, E-mail: Brusentsov.A.S@yandex.ru

Kuban State Agrarian University