

## АГРОНОМИЯ AGRONOMY

DOI 10.25637/TVAN.2018.02.05.

УДК 633.37

Лебедев Д. В.<sup>1</sup>, Волошин М. И.<sup>1</sup>, Беспалов Е. А.<sup>1</sup>, Костенкова Е. В.<sup>2</sup>

### ОЧИСТКА И СОРТИРОВАНИЕ СЕМЯН ГУАРА (*CYAMOPSIS TETRAGONOLOBA* L.)

<sup>1</sup>АО «Агрообъединение «Кубань»;

<sup>2</sup>ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

**Реферат.** Цель работы – установить причину формирования гуаром зерна темного цвета, определить степень влияния темных зерен на посевные качества различных партий семян, исследовать процесс подготовки семян, отвечающих требованиям стандарта, тремя типами семяочистительных машин. В зонах недостаточного обеспечения теплом Краснодарского края и Крыма формирование и созревание гуара подвержено влиянию неблагоприятных факторов, вызывающих появление щуплых и темноокрашенных зерен, ухудшающих химический состав и посевные качества семян. С целью количественного определения содержания темных семян в урожае, у 25 растений сорта Вектор в течение 2014–2016 гг. отбирали пробы по две кисти в нижней, средней и верхней части растений. После обмолота подсчитывали количество светлых и темных зерен в каждой пробе. В сумме по 25 растениям, в нижней части стебля (первая-вторая кисти) в среднем сформировалось 1408 зерен, из них темной окраски – 23; в средней части (четвертая-пятая кисти) – 3321 и 36 зерен соответственно. В двух верхних кистях – всего 774 зерна, из которых 352 имеют темную окраску. Наибольшее количество темных зерен сосредоточено в верхней части растений, созревание которых обычно проходит в условиях снижающихся осенних температур. Установлено, что в четырех подзонах Краснодарского края (2012–2017 гг.) наибольшая доля темных семян (69,2 %) сформировалась в 2016 г., наименьшая (0,6 %) – в 2017 г. в восточной подзоне при среднесуточных температурах в период созревания (10 июля – 10 сентября) 22,3 и 27,1 °С. соответственно. Приведены показатели семенных партий зерна, полученных в 2014–2016 гг. при очистке вороха гуара на семяочистительных машинах трех типов. Предварительную очистку целесообразно вести на пневмосортировальных, основную – на ветро-решетных машинах, дополнительную – на фотосепараторах. Необходимо применять фотосепарирование для разделения семян гуара светлой окраски от некачественного зерна. Так, из 100 кг заранее очищенного зерна после однократного прохождения на машине «Оптим-2» получено 92,5 кг светлых семян с лабораторной всхожестью 94 %.

**Ключевые слова:** гуар, циамописис, гуаровая камедь, импортозамещение, фотосепарация, сорт, очистка, семена.

### Введение

Гуар или циамописис четырехкрыльниковый *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. – совершенно новая для России культура. В Юго-Восточной Азии и Африке зеленые бобы гуара местное население издавна использует в пищу. В страны Европы и Америки гуар попал значительно позже и вначале использовался исключительно в научных целях. Дальнейшее распространение в мире гуар приобрел только в середине прошлого века благодаря обнаружению в эндосперме зерна гуаровой камеди,

состоящей из полисахаридов – галактозы и маннозы (галактоманнанов). В настоящее время потребность различных отраслей мировой экономики в гуаровой камеди значительно возросла и составляет около полутора миллионов тонн. Камедь экспортируют страны тропического и субтропического климата, в основном, Индия – около 80 % и Пакистан – около 15 %. Несмотря на наличие собственных посевов и заводов по переработке гуара, основным покупателем произведенной в этих странах гуаровой камеди являются США (около 60 %). Россия закупает около 5 % гуара и занимает по этому показателю четвертое место [1].

В настоящее время гуаровая камедь нашла широкое применение в нефтегазовой, пищевой промышленности, а также в косметической, фармацевтической, легкой промышленности и других отраслях экономики.

Гуаровая кормовая мука на корм скоту и птице в Индии выпускается в двух вариантах: «Chugi»: внешний вид – порошок, содержание протеина – 40–42 %, жира – 4–6 %, влаги – до 10 %, клетчатки – 8–10 % и «Korma»: внешний вид – гранулы, содержание протеина – 48–50 %, жира – не менее 6 %, влаги – не более 8 %, клетчатки – 8–10 % [2].

Как и другие бобовые культуры, гуар вступает в симбиоз с азотфиксирующими бактериями; за вегетационный период накапливает в почве около 60 кг азота на гектаре. По нашим данным, в Краснодарском крае пожнивные остатки содержат 6–9 % белка, 17–20 % клетчатки и считаются хорошим структурообразующим компонентом для почвы.

Более 10 лет назад гуаровая камедь была разрешена для ввоза в Россию и используется в качестве стабилизатора, эмульгатора и загустителя в пищевой промышленности (пищевая добавка Е 412). Однако основными потребителями в нашей стране, так и за рубежом, являются нефтяные и газодобывающие компании, использующие камедь для бурения новых и увеличения отдачи углеводородов эксплуатируемых скважин. Камедь, благодаря способности в малых количествах образовывать гели с холодной водой, надежно суспензирует бентонитовую глину в буровом растворе и ограничивает потери воды [3].

Зарубежная история интродукции гуара в развитых и развивающихся странах насчитывает десятки и даже сотни лет. Впервые в Европе, а именно во Франции, изучение биологических особенностей гуара началось в 1790 г., где и опубликованы первые научные работы по результатам исследований [4]. В нашу страну гуар попал значительно позже. Во время экспедиции Марковича В. В. в Индию (1927–1929 гг.) собрано несколько коллекционных образцов. В середине 70-х годов часть образцов изучена в ВИР аспирантом Нгуен Лок из Вьетнама. В результате краткосрочного изучения в полевых условиях Абхазии, гуар отнесен к числу неперспективных для нашей страны [5]. Стимулом для возобновления изучения культуры послужило увеличение объемов использования гуаровой камеди в нефтегазовой и пищевой промышленности за рубежом и переход отечественной экономики на рыночные отношения.

Гуаровая камедь – это природный полисахарид, представляющий собой порошок белого или светло-желтого цвета, с легким запахом. Зерно светлого цвета вида *C. tetragonoloba* содержит около 30 % камеди. Для отраслей народного хозяйства требуется камедь различного качества, зависящего от биологических особенностей сортов, места выращивания, степени предварительной подготовки зерна, применяемых технологий переработки [6].

Опыт интродукции культуры на Кавказе и в Крыму при различных почвенных и климатических условиях показывает высокую зависимость урожайности и качества зерна от температуры почвы и воздуха при посеве и созревании,

влагообеспеченности, уровня плодородия, наличия или отсутствия болезней. При этом для гуара одинаково вредна как острая засуха, так и высокая влажность почвы и воздуха [7, 8]. Уровень урожайности зерна гуара несколько уступает лучшим сортам гороха и сои и составляет 20–25 ц/га.

Гуар требователен к предшественникам и отзывчив на внесение органических и минеральных удобрений. В Индии отмечается благоприятное воздействие азота на величину урожая зерна гуара при повышении вносимых доз с 20 до 60 кг/га [9]. Одновременно излишки азота увеличивают степень поражения растений бактериальной гнилью, вызываемой *Xanthomonas campestris* var. *cyatopsidis* и альтернативой (*Alternaria cucumerina* var. *cyatopsidis*) [10]. Кроме повышенных доз азота, развитию бактериоза способствует также прохладная погода, особенно при раннем сроке посева [11]. Пораженные в фазе восковой спелости зерна имеют темную окраску. Кроме грибных и бактериальных болезней на Нижнем Дону отмечено неблагоприятное воздействие на семена гуара вирусов *Bean yellow mosaic virus* и *Pea mosaic virus*. Авторы исследования считают необходимым удалять пораженные зерна путем сортирования и калибровки семян [12].

Так как гуар – новая для России культура, исследования которой начаты совсем недавно, важно с самого начала избегать грубых ошибок при ее возделывании. К их числу может быть отнесен посев некачественными семенами случайно выбранных сортов. Ввиду отсутствия в специальной литературе материалов по очистке зерна гуара появилась необходимость публикации представляемых результатов исследований. Статья рассчитана на аграриев Северного Кавказа, Крыма, Нижнего Поволжья, уже приступивших к выращиванию новой бобовой культуры.

**Цель работы** – установить причину формирования гуаром зерна темного цвета, определить степень влияния темных зерен на посевные качества различных партий семян, исследовать процесс подготовки семян, отвечающих требованиям стандарта тремя типами семяочистительных машин.

#### **Материалы и методы исследований**

Посев гуара проводили в четырех почвенно-климатических подзонах Краснодарского края: Южной, Центральной, Восточной и Северной.

Для изучения поставленной задачи использовали собственные селекционные линии гуара Т 121 (сорт Вектор), Р 10 (сорт Синус). Предшественник – озимая пшеница. Сроки посева – вторая-третья декада мая, при повышении температуры почвы до 20 °С. Посев широкорядный, с междурядьями 0,45 м. Норма высева – 10–15 кг/га. Фенологические наблюдения проводили согласно методикам работы с бобовыми культурами [13]. Учет температуры и других метеорологических показателей вели в период от посева до уборки урожая.

Урожай зерна гуара убирали прямым комбайнированием машинами «Дон 1500» и «Wintersteiger Delta», после предварительной обработки посевов препаратом «Реглон Супер» с нормой расхода 3 л/га при влажности зерна 12–14 %.

Основную очистку зерна проводили на машинах «Петкус-Гигант» К 531 с типовым набором решет и «Алмаз» МС-4/2, дополнительную сортировку по цвету – на оптическом сепараторе «Оптима 2».

Объект лабораторных исследований – пробы партий зерна, выращенные на участках сортоиспытания и размножения.

В связи с длительным отсутствием отечественных стандартов на зерно гуара, отбор проб и анализы семян проводили согласно международным правилам [14]. Взвешивали пробы на весах «Polaris PKS 0323 DL».

Статистическую обработку полученных результатов проводили по методикам Б. А. Доспехова [15].

### Результаты и их обсуждение

Необходимость очистки семян связана с требованиями стандартов зерна, как сырья для переработки с целью извлечения камеди, так и семян для посева. Результаты анализа партий зерна гуара Краснодарского края показали значительную разнокачественность (размеры, форма, цвет) зерна, что, в первую очередь, определено ответной реакцией теплолюбивой культуры на новые условия произрастания.

На посевах гуара чаще других встречались сорняки: канатник Теофраста *Abutilon theophrasti* Med., овсюг полевой *Avena pratensis* L., амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L., гумай *Sorghum halepense* L., куриное просо *Echinochloa crus-galli* L., вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L., бодяк полевой *Cirsium arvense* L., горец вьюнковый *Polygonum convolvulus* L. Среди посторонних примесей в ворохе отмечены комочки почвы, камешки, части стеблей. В качестве примеси вороха гуара чаще всего выступали семена культурных растений – пшеницы, ячменя, подсолнечника, сорго как следствие недостаточно тщательной очистки комбайна от предшествующих культур.

В отличие от самой близкой по фенотипу культуры – сои, растения гуара после обработки десикантами высыхают очень медленно. При обмолоте сухого зерна в ворох может попасть небольшое количество влажных незрелых бобов гуара, частей стеблей культуры и сорняков, что может вызвать самосогревание. В процессе предварительной очистки такая примесь отделяется в первую очередь. Механическая очистка гуара от семян других культур и сорняков основана на различии физических свойств основной культуры и примесей (размеры, форма, аэродинамические свойства, плотность, состояние поверхности). Качественным показателем очистки считается максимальное удаление примесей при минимальном выносе основной культуры в отходы.

В последнее время в системе послеуборочной подготовки вороха зерновых и технических культур все чаще используют пневматические сортировальные машины, в основе работы которых лежит разделение вороха по принципу различия аэродинамических свойств семян основной культуры, примесей и семян сорняков. Разделение семян и сопутствующих примесей зернового вороха производится с помощью воздушного потока. Представители безрешетных аэродинамических сепарирующих устройств – машины ПСМ, ПСПБ Кузембетьевского РМЗ, сепаратор САД «Аэромех», «Алмаз» ЧП ПФ «Агротех» и другие.

Опытные партии гуара очищали на стационарной машине МС-4/2, в результате получены следующие показатели (таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты предварительной очистки зернового вороха гуара сорта Вектор машиной МС 4/2 (2014–2016 гг.)**

Показатель	Доля фракций				
	I	II	III	IV	V
Зерно гуара, % от зерна вороха	3,6	42,7	29,6	6,2	5,9
Щуплые зерна, % от зерна вороха	-	-	1,7	3,9	6,4
Цельные бобы, %	-	-	-	-	0,3
Минеральные примеси, %	1,5	-	-	-	0,6
Семена сорняков, %	-	0,1	0,2	0,4	2,7
Масса 1000 зерен, г*	-	39,5	37,4	29,3	17,8
Натура зерна, г/л**	-	862	857	715	512

*Примечание.* \*НСП<sub>05</sub> – 3,8 г; \*\*НСП<sub>05</sub> – 71 г.

В широкорядном посеве первая цветочная кисть у растений гуара расположена на высоте 5–8 см от поверхности почвы, вторая – на 5–6 см выше.

По этой причине уборка комбайном ведется на минимальном срезе, что является причиной попадания в зерновой ворох плотных комочков почвы и камешков. В «Алмазе» они составляют первую фракцию и удаляются полностью. Во вторую фракцию попадают самые полновесные зерна гуара. Зерна третьей фракции по физическим характеристикам близки ко второй фракции и при объединении составляют с ней семенную партию с примесью темноокрашенных зерен. Небольшая по объему четвертая фракция содержит темных зерен в два-три раза больше, по сравнению с первой и второй. Фракция после очистки на фотосепараторе может быть использована для промышленной переработки с целью извлечения камеди или подвергается вторичной очистке. Пятую фракцию составляют зерна пшеницы и ячменя, легковесные зерна гуара, а также семена ранее упомянутых сорняков. В зависимости от видового состава, пятую фракцию можно использовать для приготовления корма, но с обязательной термической обработкой и соответствующим контролем со стороны ответственных служб. Аспирационный воздушный поток направляет пыль и легкие частицы в осадочную камеру циклона.

Как известно, зерно гуара имеет сходство с семенами чечевицы пищевой *Lens culinaris* Medic., но имеет более сложную форму. Такая конфигурация семян гуара обуславливает при очистке использование ветро-решетных семяочистительных машин. В семеноводстве гуара чаще применяют широко распространенную машину «Петкус-Гигант» К 531, у которой большая производительность сочетается с высоким выходом чистых семян.

При выборе технологических параметров машины использовали размерные характеристики семян сорта Вектор, определенные в процессе исследований по модернизации сеялки для посева гуара [16]. В результате измерений авторами были установлены следующие параметры семян (мм): длина –  $4,61 \pm 0,07$ ; ширина –  $4,12 \pm 0,04$ ; толщина –  $2,74 \pm 0,04$ . Масса 1000 семян (г) –  $39,33 \pm 0,34$ . При подготовке машин К 531 к рабочему процессу руководствовались инструкциями завода-изготовителя. На первоначальном этапе работы семяочистительных машин такого типа перед поступлением вороха на решетную часть воздушный поток отделяет легкие примеси. На верхнем решете с круглыми отверстиями диаметром 5–6 мм обычно отделяются не вымоченные бобы гуара, соплодия бодяка, семена крупноплодного подсолнечника, части стеблей. Частично очищенный ворох просыпается на нижние решета с прямоугольными отверстиями (2–3 мм), которые несут основную нагрузку при очистке. Сквозь прямоугольные отверстия решет проходит щуплое зерно гуара, пшеницы, мелкого подсолнечника, семена сорняков: вьюнка, канатника, гумая, щирицы, проса, горца, амброзии. Сход очищенных на решетах семян гуара поступает в вертикальный пневматический канал, где отделяются семена подсолнечника, плодоножки бобов и легковесные семена гуара. При необходимости семена направляются в триерные блоки для доочистки. Показатели качества очистки представлены в таблице 2.

Детальное рассмотрение состава выхода семенного материала и примеси в семенных партиях, представленные в таблицах 1 и 2, свидетельствует о сходстве главных показателей при очистке вороха, с несколько лучшим отделением семян сорняков машиной К 531, главным образом за счет выделения семян, имеющих меньшие размеры, но близкий удельный вес в сравнении с зернами гуара. Преимущество пневматических сортировальных машин лучше проявляется на предварительной очистке вороха за счет более высокой производительности и экономичности.

Окончательная подготовка семян гуара имеет существенные отличия. В силу биологических особенностей культуры и высоких требований к качеству гуаровой

камеди и посевного материала, очистка на пневматических и решетных машинах семян гуара не может считаться завершённой из-за наличия темных семян, имеющих одинаковые физические показатели с нормальным (светлым) зерном, но пониженную всхожесть.

**Таблица 2 – Показатели очистки семян гуара сорта Вектор машиной «Петкус-Гигант» К 531 (2014–2016 гг.)**

Показатель	Доля фракций				
	A	F	D	B	C
Зерно гуара, % от зерна в ворохе	-	70,4	8,1	2,7	3,2
Щуплые зерна, % от зерна в ворохе	-	-	8,7	7,3	0,7
Цельные бобы, %	0,3	-	-	-	-
Минеральная примесь, %	0,6	-	-	-	0,5
Семена сорняков, %	-	0,1	2,0	1,4	-
Масса 1000 зерен, г*	-	39,0	26,1	17,3	-
Натура зерна, г/л**	-	855	475	503	-

*Примечание.* \*НСП<sub>05</sub> – 3,5 г; \*\*НСП<sub>05</sub> – 57 г.

Реакция гуара на неблагоприятное воздействие прохладной погоды и связанное с ним возрастающее развитие болезней проявляется в окраске семенной оболочки зерна, служащей косвенным показателем качества зерна (таблица 3).

**Таблица 3 – Влияние температуры воздуха в период созревания растений на некоторые показатели зерна и семян гуара сорта Синус в Краснодарском крае (2012-2017 гг.)**

Подзона края	Год учета	Средняя температура воздуха в период созревания (10.07–10.09), °С	Доля зерен в ворохе, %		Масса 1000 семян, г		Всхожесть семян, %	
			светлых	темных	до очистки	после очистки	лабораторная	полевая
Южная	2012	23,5	81,6	18,4	28,9	35,3	71	54
Центральная	2014	21,9	65,2	34,8	30,1	34,7	73	53
	2016	24,7	98,0	2,0	36,4	38,5	97	85
	2017	26,4	93,9	6,1	37,0	37,4	92	79
Восточная	2015	25,7	94,3	5,7	37,2	39,4	94	85
	2016	22,3	30,8	69,2	25,7	32,1	68	46
	2017	27,1	99,4	0,6	37,2	38,0	97	82
Северная	2013	23,0	78,6	21,4	27,5	31,9	73	48
	2015	25,3	96,2	3,8	38,5	40,3	94	76
НСП <sub>05</sub>	-	-	-	-	4,7	3,2	-	-

Как следует из таблицы 3, понижение температуры воздуха в период созревания увеличивает долю нежелательных зерен с темной окраской, снижает их массу. За все годы наблюдений самые неблагоприятные условия для созревания зерна сложились в восточной подзоне края в 2016 г., когда температура в сентябре опускалась до 12 °С. Напротив, при вегетации и созревании при повышенной температуре (24,7–27,1 °С) в основном формируются светлые семена.

Как известно, созревание бобов нижних кистей проходит одновременно с цветением верхних кистей [4]. Продолжительность цветения зависит от влагообеспеченности растений, среднесуточных температур и в условиях центральной зоны Краснодарского края и Крыма обычно прекращается в засушливое лето к концу августа [17]. При понижении среднесуточной температуры до 15 °С цветение и созревание растений завершается. Сформированные, но не созревшие

семена, при высыхании обычно темнеют. При благоприятных условиях гуар цветет и формирует семена до конца сентября.

С целью количественного определения содержания темных семян в урожае, у 25 растений сорта Вектор в течение трех лет (2014–2016 гг.) ежегодно отбирали пробы по две кисти в нижней, средней и верхней части растений. После обмолота подсчитывали количество светлых и темных зерен в каждой пробе. В сумме по 25 растениям, в нижней части стебля (первая-вторая кисти) в среднем сформировалось 1408 зерен, в том числе темной окраски – 23; в средней части (четвертая-пятая кисти) – 3321 и 36 зерен соответственно. В двух верхних кистях – 774 зерна, из которых 352 имели темную окраску.

Таким образом, наибольшее количество темных зерен сосредоточено в верхней части растений, созревание которых обычно проходит в условиях снижающихся осенних температур. Наличие темных зерен является нежелательным фактором, поскольку ухудшает качество выращенного урожая гуара и требует дополнительных затрат по переработке. Наиболее сильно это сказывается на полевой всхожести семян (см. таблицу 3) и на химическом составе. Так, массовая доля сырого протеина в смеси светлых и темных зерен в 2015 г. составила 25,98 %, а после удаления зерен темной окраски – 29,25 %.

Отделение нежелательных для посева семян темного цвета можно проводить на фотоэлектрических сепараторах различных типов. Семенной материал, направляемый на оптический сепаратор, необходимо заранее очистить на вышеописанных или сходных с ними машинах. Он не должен содержать пыли. В своих исследованиях мы использовали машину «Оптима 2». В результате очистки 100 кг гуара сорта Вектор получено четыре фракции. Первая фракция включала 66,7 кг, вторая – 25,8 кг. Обе фракции состояли только из семян светлой окраски. Третья фракция включала 7,2 кг от переработанного материала (светлых семян – 91 %, темных – 9 %). Доля четвертой фракции составила 0,3 кг, с содержанием темных семян 65 %. Лабораторная всхожесть семян первой и второй фракции была одинаковой – 94 %. Таким образом, оптическая сепарация позволяет получить качественные семена, отвечающие требованиям стандарта.

#### Выводы

В зонах недостаточного обеспечения теплом Краснодарского края формирование и созревание гуара подвержено влиянию неблагоприятных факторов, вызывающих появление щуплых и темноокрашенных зерен с худшими показателями качества зерна и семян. Содержание сырого протеина в смеси светлых и темных семян составляло 25,98 % против 29,25 % у светлых. Разница во всхожести достигала 29 %. Очистка зерна гуара – обязательный прием технологии производства семян, отвечающих требованиям стандарта.

Существующая семяочистительная техника, предназначенная для зерновых и технических культур, приемлема для подготовки семян гуара при условии правильного подбора сменных рабочих органов, пригодных для разделения семян основной культуры и примесей. Предварительную очистку целесообразно вести на пневмосортировальных машинах типа «Алмаз» МС-4/2, основную – на ветро-решетных машинах «Петкус-Гигант» К 531. или сходных по конструкции других марках техники. Дополнительная очистка на фотосепараторах типа «Оптима 2» обеспечивает высокий выход семян с всхожестью свыше 90 %.

#### Литература

1. Старцев В. И., Ливанская Г. А., Куликов М. А. Перспективы возделывания гуара (*Cyatopsis tetragonoloba* L.) в России // Вестник РГАУ. 2017. № 24 (29). С. 11–15.

2. Костенкова Е. В., Рейнштейн Л. Н., Остапчук П. С. Применение *Cyamopsis tetragonoloba* L. в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и рыб: проблемы и перспективы // Таврический вестник аграрной науки. 2015. № 2 (4). С. 108–117.
3. Промышленная химия и химическое сырье. Гуаровая камедь. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hyorts.ru/category/products/pishhevaya-promyshlen-nost/guarovaya-kamed> (дата обращения 12.02.2018).
4. Whistler R. L., Hymowitz T. Guar: agronomy, production, industrial use, and nutrition // USA. Indiana. 1979. 124 p.
5. Нгуен Лок. Первичное изучение исходного материала бобовых культур для интродукции и селекции. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л.: ВИР, 1966. 23 с.
6. Jain V., Das B. Gum, protein, oil and mineral elements in cluster // Agric. Sci. Digest. No. 4 (3). Haryana. 1984. P. 163–166.
7. Волошин М. И., Лебедь Д. В., Брусенцов А. С. Результаты интродукции нового бобового растения – гуара (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (58). С. 84–91.
8. Думанян К. Г., Меликян Е. А., Карагезян А. С. Влияние частоты полива на рост и развитие циамопсиса *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taubert // Биологический журнал Армении. 2005. № 3-4 (57). С. 282–284.
9. Singh S. J. P., Rajput G. B. S., Singh K. P. Effect of various levels of nitrogen, phosphorus and sycocel on yield and yield contributing attributes of cluster bean green pod under rainfed conditions [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] cv. Pusa Naubahar // GAU Res. J. No. 13 (1). Varanasi. 1987. P. 1–6.
10. Gandhi S. K., Chand J. N. Effect of nitrogen and phosphorus on the bacterial blight of clusterbean // Indian Journal of Agricultural Sciences. No. 55. Haryana. 1985. P. 376–377.
11. Булынецов С. В., Вальяникова Т. И., Силаева О. И., Копоть Е. И., Пимонов К. И. Гуар – новая бобовая культура для России // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур». пос. Персиановский, Донской ГАУ (09 февраля 2017 г.). С. 167–172.
12. Пимонов К. И., Евтушенко Е. В., Копоть Е. И., Токарева С. П. Болезни и урожайность зерна гуара при возделывании в почвенно-климатических условиях Нижнего Дона // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур». пос. Персиановский, Донской ГАУ (09 февраля 2017 г.). С. 117–121.
13. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. Под ред. Вишняковой М. А. Санкт-Петербург, 2010. 141 с.
14. Международные правила анализа семян. Под ред. Мак-Кея Д. Б. М.: Колос, 1984. 310 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта М: Агропромиздат, 1985. 207 с.
16. Хейшхо Р. Х., Меркулов А. А. Модернизация высевашего аппарата пневматической сеялки для посева гуара // Сборник статей 71-й научно-практической конференции КубГАУ по итогам НИР за 2015 год. Краснодар, 2016. С. 246–248.
17. Лебедь Д. В., Костенкова Е. В., Волошин М. И. Агрономическое обоснование размещения посевов *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) на юге Европейской части России // Таврический вестник аграрной науки. 2017. Вып. 1 (9). С. 53–64.

## References

1. Startsev V. I., Livanskaya A. G., Kulikov M. A. Prospects of cultivating guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Russia // Herald of Russian state agrarian correspondence university. Scientific journal. 2017. No. 24 (29). P. 11–15.
2. Kostenkova E. V., Reinstein L. N., Ostapchuk P. S. Problems and perspectives of application of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. in feeding agricultural animals, birds and fish // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2015. No. 2 (4). P. 108–117.
3. Industrial chemistry and chemical raw materials. Guar gum. [Electronic resource]. Access point: <http://hyorts.ru/category/products/pishhevaya-promyshlen-nost/guarovaya-kamed/> (reference's date 12.02.2018).
4. Whistler R. L., Hymowitz T. Guar: agronomy, production, industrial use, and nutrition // USA. Indiana. 1979. 124 p.
5. Nguyen Locke. Initial study of the raw material of legumes for introduction and selection. Abstract thesis ... candidate of agricultural sciences. Leningrad: VIR, 1966. 23 p.
6. Jain V., Das B. Gum, protein, oil and mineral elements in cluster // Agric. Sci. Digest. No. 4 (3). Haryana. 1984. P. 163–166.
7. Voloshin M. I., Lebed D. V., Brusentsov A. S. The results of new bean plant, guar, introduction (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. // Proceedings of the Kuban state agrarian University. Krasnodar, 2016. No. 1 (58). P. 84–91.



8. Dumanian K. H., Melikyan E. A., Karagezyan A. S. The influence of the frequency of watering on the growth and development of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taubert // Biological Journal of Armenia. 2005. Vol. 3-4 (57). P. 282–284.
9. Singh S. J. P., Rajput G. B. S., Singh K. P. Effect of various levels of nitrogen, phosphorus and cycocel on yield and yield contributing attributes of cluster bean green pod under rainfed conditions [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. cv. Pusa Naubahar // GAU Res. J. No. 13 (1). Varanasi. 1987. P. 1–6.
10. Gandhi S. K., Chand J. N. Effect of nitrogen and phosphorus on the bacterial blight of clusterbean // Indian Journal of Agricultural Sciences. No. 55. Haryana. 1985. P. 376–377.
11. Bulyntsev S. V., Valentova T. I., Silaeva O. I., Kopot' E. I., Pimonov K. I. Guar – a new legume for Russia // Materials of All-Russian scientific and practice conference “Innovations in the technologies of cultivation of agricultural crops”. Don State Agrarian University (February 9, 2017). P. 167–172.
12. Pimonov K. I., Evtushenko E. V., Soot E. I., Tokarev S. P. Disease and grain yield of guar in the cultivation in soil-climatic conditions of the Lower Don // Proceedings of the “Donskoy state agrarian University”. 2017. P. 117–121.
13. Collection of world genetic resources of grain legumes VIR: replenishment, preservation and study: methodical instructions. Ed. by Vishnjakova M. A. Saint-Petersburg, 2010. 141 p.
14. International rules for seed analysis. Ed. by Mc. Cay D. B. Moscow: Kolos, 1984. 310 p.
15. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 207 p.
16. Kheyshkho R. Kh., Merkulov A. A. Modernization of the sowing unit of pneumatic seed sowing machine for sowing guar // Collection of scientific works of 71<sup>st</sup> scientific and practical conference of Kuban State Agrarian University dedicated to the results of research works in 2015. Krasnodar, 2016. P. 246–248.
17. Lebed D. V., Kostenkova E. V., Voloshin M. I. Agronomic rationale for the placement of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) in the south of the european part of Russia // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2017. Vol. 1 (9). P. 53–64.

UDC 633.37

Lebed D. V., Voloshin M. I., Bespalov E. A., Kostenkova E. V.

#### **GUAR (*CYAMOPSIS TETRAGONOLOBA* L.) SEEDS PURIFICATION AND SORTING**

**Summary.** *The aim of the work is to establish the cause of forming dark-colored grains by the guar plant, to determine the degree of influence of dark grains on the sowing qualities of various batches of seeds, to study the process of preparing seeds that meet the requirements of the standard by three types of seed-cleaning machines. In the areas of insufficient heat such as Krasnodar Region and Crimea, the formation and maturation of the guar is affected by unfavorable factors that cause appearance of frail and dark colored grains that impair the chemical composition and seed quality of the seeds. Thus, in order to determine the quantity of dark seeds in a crop yield, samples were taken annually from 25 plants of guar (Vektor variety) in the low, middle and upper part of plants during three years of research (2014–2016). After threshing, the number of white or gray and black grains in each sample was counted. As a result, it was found that in the low part of the stem (1st and 2nd pods), on average, 1408 grains were formed, including 23 dark colored; in the middle part (4th and 5th pods) – 3321 and 36 grains, respectively. In the two upper pods there were only 774 grains, 352 of which were dark colored. Thus, it was concluded that the greatest amount of dark grains was concentrated in the upper part of the plant, the maturation of which is usually under conditions of decreasing autumn temperatures. It was found that in the four subzones of the Krasnodar Territory in 2012–2017, the largest share of dark seeds (69.2 %) was formed in 2016, the smallest (0.6 %) in 2017 in the eastern subzone at an average daily temperature of 22.3 and 27.1 °C, respectively, during the maturation stage (July 10 – September 10). The indicators of seeds obtained during purification of guar heap on seed-cleaning machines of three types were given. It is obvious that preliminary purification is reasonable to do on pneumatic sorting machines, based on wind-screening ones. Additional purification should be done using photoseparators. The photoseparation is obligatory for separating light-colored guar seeds from low-quality ones.*

*Thus, from 100 kg of pre-cleaned grain after a single pass on the machine “Optima-2” 92.5 kg of light seeds with a laboratory germination of 94 % was obtained.*

**Keywords:** *guar, cyamopsis, guar gum, import substitution, photoseparation, variety, purification, seeds.*

Лебедь Дмитрий Васильевич, директор по растениеводству АО «Агрообъединение “Кубань”»; 353178, Россия, Краснодарский край, Кореновский район, ст. Платнировская, ул. Красная, 71а; e-mail: pobeda11@rambler.ru.

Волошин Михаил Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, заслуженный деятель науки Кубани, консультант АО «Агрообъединение «Кубань», 350005, г. Краснодар, ул. Пожарского, 27; e-mail: mihaail.voloshin@rambler.ru

Беспалов Евгений Анатольевич, аспирант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350004, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: jenya.bespalov@yandex.ru.

Костенкова Евгения Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории растениеводства ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Lebed Dmitry Vasilyevich, director of crop production JSC “Agronomic Association “Kuban”»; 71A Krasnaya St., village of Platnirovskaya, Korenovskiy district, Krasnodar region, 353178, Russia; e-mail: pobeda11@rambler.ru.

Voloshin Mikhail Ivanovich, Dr. Sc. (Agr), senior research scientist, honoured science worker of Kuban, consultant of Joint Stock Co. “Agroobyedineniye “Kuban”»; 27 Pozharskiy str., Krasnodar; e-mail: mihaail.voloshin@rambler.ru.

Bespalov Evgeniy Anatolyevich, postgraduate student of the Kuban State Agrarian University; 13 Kalinina St., Krasnodar, Krasnodar Region, 350004, Russia; e-mail: jenya.bespalov@yandex.ru.

Kostenkova Eugenia Vladimirovna, junior researcher of the Laboratory of plant production, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”, 150 Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

*Дата поступления в редакцию – 01.05.2018.*

*Дата принятия к печати – 17.05.2018.*