DOI 10.33952/2542-0720-2020-2-22-17-27

УДК 631.874.4

Беспалов Е. А.[1], Волошин М. И.[2], Костенкова Е. В.[3]

Гуар (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) в пожнивном посеве в Западном Предкавказье

[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»;
[2]АО «Агрообъединение «Кубань»;
[3] ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. *В статье представлены результаты исследований, свидетельствующие о возможности использования гуара в качестве пожнивной культуры в зерно-пропашных севооборотах Западного Предкавказья, что способствует восстановлению плодородия черноземов. Эксперименты проводили в 2016–2019 гг. на сорте Синус. Посев осуществляли сеялкой «РС 1М» нормой 12 кг/га (14 шт./м) в четырехкратной повторности широкорядным способом (0,45 м) с глубиной заделки семян 5–6 см. Предшественник – озимый ячмень, площадь учетной делянки – 25 м^2. Зеленую массу убирали косилкой «АВМ 875». Содержание сырого протеина в сухом веществе определяли по ГОСТ 13496.4-93, фосфора – по ГОСТ 26657-97, сырой клетчатки – по ГОСТ 31675-2012. В 2017–2018 гг. изучали влияние глубины заделки семян (2; 4; 6; 8 и 10 см) на полевую всхожесть растений на сорте Синус (масса 1000 семян – 37 г) и линии ТГ 18 (масса 1000 семян – 50 г). На 1 м^2 высевали 32 шт. семян в четырехкратной повторности. Посев проводили в третьей декаде мая, предшественник – озимая пшеница. Метеоусловия в годы проведения опытов были различными и способствовали выполнению поставленной задачи. Температурные показатели вегетационных периодов 2016, 2017 и 2019 гг. были близкими к среднемноголетним данным, в 2018 г. сумма эффективных температур была ниже среднемноголетней на 415 °С. В этом же году за период вегетации выпало наименьшее количество осадков – 78 мм (на 101 мм меньше среднемноголетней нормы). За четыре года испытаний сорт гуара Синус в пожнивном посеве формировал урожайность зеленой массы от 165 до 281 ц/га с содержанием протеина в сухом веществе листьев и бобов 24,3 %. Установлено, что крупносеменная линия ТГ 18 по сравнению с сортом Синус обладает преимуществом при заделке семян на глубину 8 и 10 см: количество всходов на единице площади составило 25 и 21 шт./м^2 и 18 и 13 шт./м^2 соответственно.*

Ключевые слова*: гуар (Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.), плодородие почвы, сидераты, сорт, пожнивной посев, глубина заделки семян.*

Введение

Сохранение и повышение плодородия почв – одна из важнейших задач современного земледелия. За последние два десятилетия черноземы потеряли до 3 % гумуса, главным образом, из-за усиления эрозии, дефляции и разрушения структуры почвы [1]. В начале XXI в. его дефицит в пахотном слое, в среднем по стране, составил 520 кг/га. На черноземах Западного Предкавказья за 30 лет (1960–1990 гг.) снижение содержания гумуса составило 18,6 %, за последующие 20 лет – 24,9 %, что способствовало ухудшению физических и химических свойств пахотного слоя [2]. В целях сокращения процессов деградации почв аграрии ведут поиск доступных источников пополнения её органическим веществом.

Три десятилетия назад основной вклад в поддержание плодородия вносили многолетние и однолетние бобовые культуры севооборотов, а также навоз крупного рогатого скота. Сегодня эту задачу частично выполняют растительные остатки в виде соломы, листьев и потерь урожая. Сохранять почвенное плодородие большинство

ученых-аграриев предлагают путем специально выращиваемых культур (сидератов): горчицы, редьки масличной, рапса, сафлора, фацелии и других [3–7].

Известно, что первоначально эти культуры возделывали, в основном, на бедных гумусом песчаных и дерново-подзолистых почвах, где заметнее их положительное действие [3]. В средней полосе европейской части страны и Сибири наибольшее распространение получили люпин, донник, горчица, рапс, сафлор, фацелия. В настоящее время сидерация стала актуальной и для черноземных почв. На юге страны выращивание сидератов можно считать новым направлением, поскольку ранее повторные культуры (кукуруза, соя) выращивали ради основной продукции – зерна или зеленой массы (силоса). Недостаточное распространение сидераты получали из-за относительно высокого плодородия почв и развитого животноводства. В условиях интенсивного земледелия на юге страны сидеральные культуры возделывают преимущественно в пожнивном посеве, когда посев и вегетация проходят при высокой температуре почвы и воздуха, а также дефиците влаги в поверхностном слое почвы. К глубокой заделке семян (5–8 см) лучше адаптированы крупносеменные культуры – подсолнечник, соя, кукуруза. Однако использование первых двух упомянутых культур в качестве сидератов ограничено рядом причин, среди которых – необходимость поддержания фитосанитарных условий в севообороте и высокая требовательность сои к влаге [4–7].

В последние годы ученые и производственники аграрного сектора Краснодарского края пытаются выявить лучшие сидеральные культуры и разработать сортовую технологию возделывания с целью повышения почвенного плодородия и урожайности последующих культур. Так, в центральной зоне края изучали влияние горчицы белой на урожайность кукурузы и подсолнечника: сидерат из зеленой массы горчицы в количестве 215 ц/га после измельчения «БДТ 7» запахивали в почву на глубину до 27 см плугом «ПЛН 5-35». В результате эксперимента отмечена прибавка сбора зерна кукурузы и семян подсолнечника [8].

Ряд зарубежных исследователей считают, что, в сравнении с распространенными культурами, гуар в пожнивном посеве имеет несколько преимуществ, а именно высокую засухоустойчивость и жаростойкость. Это связано, прежде всего, с биологическими особенностями культуры. *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. – однолетнее тропическое бобовое растение. Его стержневая корневая система проникает на глубину больше двух метров и способна переводить в доступное состояние многие питательные элементы. В результате разложения корневой системы в пахотном слое и в материнской породе образуются поры, благодаря которым улучшается водопроницаемость. Полисахариды растительной массы культуры при соединении с водой образуют гель и способствуют сохранению почвенной влаги. В результате улучшается физическое и химическое состояние почвы. При дефиците почвенной влаги рост и развитие растений приостанавливается, при выпадении осадков – возобновляется. Запаханная осенью зеленая масса обогащает почву органическим веществом и усиливает микробиологические процессы. Так, при правильном подборе штаммов клубеньковых бактерий и достаточном увлажнении корнеобитаемого горизонта, гуар обогащает почву азотом в количестве 60–70 кг/га. Культура слабо повреждается вредителями и, в отличие от другой засухоустойчивой бобовой культуры – нута, не поражается повиликой. Масса 1000 семян гуара зернового направления составляет 32–38 г. Норма высева – 10–15 кг/га. Семена культуры не нуждаются в скарификации. В условиях хорошей влажности почвы высокая летняя температура воздуха (35–40 °С) не прерывает вегетации. Содержание белка в зерне составляет 29,2–30,4 %, в сене – 14,7–15,9 %, в пожнивных остатках – 6,2–8,7 % [9].

В мировой практике выращиваемое зерно перерабатывают с целью выделения гуаровой камеди, которую используют в нефтяной, газовой, пищевой (добавка Е 412), текстильной, бумажной промышленности, а также в других отраслях и в качестве сидеральной культуры [10].

Основные посевные площади размещены в полупустынных зонах Индии, Пакистана и США, где культура занимает свыше 2,5 млн га. На родине произрастания (Африка, Юго-Восточная Азия) культуру применяют в питании населения (зеленые бобы) и для кормления домашних животных (сено, солома). В цельном зерне содержание белка составляет 26–30 %; в побочных продуктах переработки после извлечения гуаровой камеди – около 50 %. В США гуар был завезен в начале прошлого столетия и нашел применение в качестве зерна, корма, а также для обеззараживания почвы в хлопковых севооборотах. При пожнивном посеве в конце июня образцы гуара из Индии и США не успевали вызреть и надземную массу из стеблей, листьев и бобов можно было использовать только на зеленый корм и сено. Так, в сравнении с другими однолетними бобовыми культурами, в штате Аризона гуар показал самые высокие результаты по урожайности зеленой массы [11].

В Туркменистане *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. при весеннем сроке посева в условиях орошения обеспечил высокую урожайность зерна и кормовой массы. Содержание сырого протеина в сухом веществе составило 15,6 %, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 47,7 %, клетчатки – 15,7 %. При пожнивном посеве в конце июня высота растений к середине августа составляла 60–70 см, а урожайность зеленой массы достигала 329 ц/га. Основная доля урожая приходилась на листья и бобы – наиболее питательную часть растения. С наступлением прохладной погоды в конце сентября рост растений ослабевал, а при похолодании прекращался полностью [12]. Адаптивные особенности гуара, его польза для севооборотов упоминаются в обзоре, посвященном сидеральным культурам [13], которые в целом в различных типах севооборотов способствуют сохранению и улучшению плодородия почв.

В России гуар высевают на небольших площадях юга европейской части страны, главным образом, в научных целях: ведут исследования в области селекции, разрабатывают технологию возделывания на зерно и в качестве сидерата. Следует отметить, что негативное влияние на рост и развитие растений культуры оказывают избыточное увлажнение почвы (что является довольно редким явлением на юге страны в летнее время года) и небольшая глубина залегания грунтовых вод [9].

Актуальным вопросом в выращивании гуара в пожнивных посевах является определение зависимости урожайности и качества растительной массы от сроков появления всходов и оптимизации глубины заделки разнокачественных семян в условиях дефицита влаги в поверхностном слое почвы.

Цель исследований – изучение гуара на предмет пригодности его возделывания в качестве пожнивной культуры в зернопропашных севооборотах Западного Предкавказья.

Для ее достижения решали следующие задачи: изучить биологические особенности и урожайность зеленой массы гуара при возделывании в пожнивном посеве в почвенно-климатических условиях Западного Предкавказья и определить влияние глубины заделки семян на полевую всхожесть обычного и крупносеменного образцов гуара.

Материалы и методы исследований

Опыты проводили в Центральной зоне Краснодарского края. В 2016–2019 гг. определяли урожайность зеленой массы гуара в пожнивном посеве, который осуществляли во второй половине июня после уборки озимого ячменя. Агрокультуру высевали сеялкой «РС 1М» нормой высева 12 кг/га (14 семян на 1 погонный метр) [9]. Сорт Синус высевали в четырехкратной повторности широкорядным способом (0,45

м) с глубиной заделки семян 5–6 см с последующим прикатыванием кольчатыми катками. Площадь учетной делянки – 25 м^2. Падалицу озимого ячменя удаляли гербицидом «Пума Супер» (1 л/га). Зеленую массу убирали косилкой «АВМ 875». В процессе уборки отбирали пробы зеленой массы (по 1 кг) и высушивали их в тени для дальнейшего определения химического состава сухого вещества. Содержание сырого протеина определяли по ГОСТ 13496.4-93, фосфора – ГОСТ 26657-97, сырой клетчатки – ГОСТ 31675-2012 в специализированной лаборатории агрохолдинга «Кубань».

В 2017–2018 гг. изучали влияние глубины заделки семян (2; 4; 6; 8 и 10 см) на динамику полевой всхожести на сорте Синус (масса 1000 семян 37 г) и линии ТГ 18 (масса 1000 семян 50 г). Линия ТГ 18 создана отбором из гибридной популяции гуара, полученной из Ирана. Предполагается, что в родословной линии участвовала разновидность гуара овощного направления, растения которой отличаются высоким стеблем (до 160 см) и длинными, слегка изогнутыми бобами с крупными семенами и средним количеством семян в бобе (до 7–8 шт.). На 1 м^2 высевали 32 шт. семян в четырехкратной повторности. Посев проводили в третьей декаде мая, предшественник – озимая пшеница. Количество элементов минерального питания, оставляемого после запашки растений, определяли расчетным способом путем соотношения величины урожая зеленой массы и содержания химических элементов в абсолютно сухом веществе.

Агротехника возделывания гуара при пожнивном посеве значительно отличалась от весеннего срока посева. После уборки озимого ячменя проводили поверхностную обработку почвы дисковым почвообрабатывающим агрегатом «АД 600 Рубин», а затем – «Смарагд 9/600» фирмы Lemken. При выборе глубины обработки ставили задачу обеспечения лучшего крошения поверхностного слоя почвы с целью минимального выветривания влаги. Заделке стерни не придавали значения, поскольку в критический период появления всходов солома лучше защищает почву от перегревания, уменьшая испарение влаги. В июне 2016 г., при оптимальной влажности поверхностного слоя почвы, проводили дополнительную предпосевную обработку почвы культиватором «Kompaktor K-600 A», обеспечивающим качественное крошение до глубины 6–8 см [14].

Почва зоны представлена обыкновенными типичными и выщелоченными черноземами, в которых содержание гумуса незначительно изменяется в зависимости от времени года и в летнее время составляет около 3,35 %. Содержание P_2O_5 и K_2O (по Мачигину) – 48,8 и 325 мг/кг почвы соответственно, азота – 15,6 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 6,05.

Климатические условия края за последние десятилетия заметно изменились: с 2000 г. по настоящее время температура воздуха повысилась на 1 °С, среднегодовое количество осадков увеличилось с 600 до 715 мм. Годовая сумма эффективных температур за период с 1985 по 1999 гг. составила 2938 °С, за 2000–2014 гг. – 3222 °С. В комплексе такие агроклиматические условия положительно повлияли на адаптацию гуара при интродукции.

Метеоусловия в годы проведения опытов были контрастными и способствовали выполнению поставленной задачи (таблица 1).

Сумма эффективных температур вегетационных периодов гуара в 2016, 2017 и 2019 гг. была близкой к средней многолетней, а прохладного 2018 г. – ниже на 415 °С. Кроме того, в 2018 г. в период посева и вегетации растений выпало наименьшее количество осадков – 78 мм, что на 101,1 мм меньше нормы.

Статистическую обработку результатов опытов проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [15].

Таблица 1 – Метеорологические показатели вегетационных периодов гуара

Месяц	Декада	Количество осадков, мм				Среднесуточная температура воздуха, °С				Среднемно-голетняя норма (10 лет)	
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	осадки, мм	темпера-тура воздуха, °С
Июнь	I	47	52	0	0	17,7	20,8	20,3	24,6	16,9	19,4
	II	9	12	0	0	22,5	19,0	23,2	26,0	26,4	20,7
	III	0	7	3	15	26,3	22,6	27,4	25,4	25,1	23,1
Июль	I	28	0	5	0	23,5	24,1	26,2	24,1	15,3	24,0
	II	8	23	2	31	25,8	24,6	25,9	20,9	11,7	24,5
	III	17	30	26	83	23,6	24,9	26,4	23,5	14,7	25,7
Август	I	2	0	14	12	26,5	28,8	25,9	21,8	16,2	27,1
	II	2	25	0	18	24,8	27,4	24,9	24,3	8,9	26,5
	III	3	13	10	0	26,4	23,4	26,3	25,7	4,5	25,4
Сен-тябрь	I	0	31	16	24	21,2	21,1	22,9	22,4	18,3	20,2
	II	23	0	2	-	18,4	24,3	19,9	19,5	10,7	19,7
	III	57	0	0	-	12,5	17,5	17,2	13,7	10,4	19,0
Сумма осадков, мм		196	193	78	183	-	-	-	-	179,1	-
Сумма эффективных температур, °С		-	-	-	-	2733	2784	2379	2757	-	2794

Результаты и их обсуждение

Известно, что на полевую всхожесть семян при весеннем посеве наибольшее влияние оказывает температура воздуха, а при пожнивном посеве – влажность почвы. Наличие влаги в пахотном слое почвы определяет и развитие симбиоза с клубеньковыми бактериями [9, 11].

В годы исследований наиболее благоприятные условия для посева и вегетации гуара сложились в 2016 г. В первой декаде июля выпало 28 мм осадков, что на 12,7 мм превышало среднюю многолетнюю норму. Такое увлажнение способствовало проведению качественной подготовки почвы, появлению дружных всходов и самой высокой урожайности зеленой массы – свыше 280 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние срока появления всходов на высоту растений, урожайность зеленой массы, абсолютно сухого вещества и химический состав гуара в пожнивном посеве (2016–2019 гг.)

Год	Дата		Высота растений, см	Урожайность, ц/га		Содержание в сухом веществе, %	
	появления всходов	уборки		зеленой массы	абсолютно сухого вещества	азота	фосфора
2016	05.07	17.09	78	281,3	46,0	3,7	0,30
2017	12.07	14.09	86	244,5	40,1	3,6	0,33
2018	28.07	26.09	67	165,8	27,1	3,7	0,32
2019	27.06	18.09	71	199,3	32,6	3,7	0,35
$НСР_{05}$			8	13,8	2,2		

В 2017 г., по сравнению с 2016 г., всходы отмечали на неделю позже. Полевая всхожесть семян составила 64 %. Однако, благодаря осадкам и достаточно высокой температуре в течение вегетационного периода урожайность зеленой массы и сухого вещества была высокой – 244,5 ц/га и 40,1 ц/га соответственно.

В засушливом 2018 г. начало всходов отмечали через месяц после посева – 28 июля, через пять дней после выпадения осадков. Отсутствие существенных осадков в

августе при повышении температуры воздуха до 40 °С отрицательно повлияло на растения: замедленный рост продолжался до третьей декады сентября. Урожайность сухого вещества была минимальной за все годы опыта и составила 27,1 ц/га.

В 2019 г. у *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. отмечен самый продолжительный вегетационный период. За вегетацию выпало 183 мм осадков, однако по урожайности надземной массы этот год превзошел лишь засушливый 2018 г. Основная причина – пониженная температура воздуха. В июне она была ниже средней многолетней на 1,7 °С, в июле – на 2,6 °С, в августе – на 2,6 °С. Уместно отметить, что во вторичном генетическом центре происхождения гуара – Юго-Восточной Азии среднегодовая температура составляет около 28 °С [16]. Сумма эффективных температур за вегетационный период оказалась ниже на 415 °С средней многолетней нормы (см. таблицу 1). Сбор зеленой массы был на 23,4 ц/га ниже средней по опыту (222,7 ц/га), сухого вещества – на 5,1 ц/га ниже средней за три предыдущих года (таблица 2, 3).

Таблица 3 – Анализ урожайности зеленой массы сорта гуара Синус

Год	Урожайность зеленой массы по повторениям, ц/га				Количество повторений	Сумма, ц	Средняя урожайность, ц/га
2016	273	292	281	279	4	1125	281,3
2017	244	230	251	253	4	978	244,5
2018	167	165	173	158	4	663	165,8
2019	198	203	187	209	4	797	199,3
Сумма					N = ∑n = 16	∑X = 3563	$\bar{x}$ = 222,7
$НСР_{05}$							13,8 ц/га

Сравнительная характеристика величин $F_Ф > F_{05}$, указывает на наличие в опыте существенных различий по годам на 5 % уровне значимости (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	$F_{факт.}$	$F_{табл.}$
Общая	31675,4	15	-	-	-
Вариантов	30786,2	3	10262,07	138,47	3,49
Остаток (ошибка)	889,3	12	74,11	-	-

Установленные различия по урожайности зеленой массы по годам обусловлены влиянием метеоусловий вегетационных периодов. Количество оставляемых в почве элементов минерального питания зависело также от фазы развития растений. Доля стеблей в растительных пробах в среднем за два года составила 34,4 %, бобов – 21,5 %, листьев – 44,1 %. Среди растительных проб наиболее близкие показатели по химическому составу отмечены у листьев и зеленых бобов. Так, содержание сырого протеина в сухом веществе составило: в листьях – 24,26 %, в бобах – 24,67 %, в то время, как в стеблях – 16,77 %. Содержание фосфора – 0,33; 0,30 и 0,12 % соответственно. Содержание клетчатки – 13,59; 12,22 и 26,96 %. В стеблях созревших растений весеннего срока посева (опыт по изучению глубины высева семян) содержание сырого протеина значительно меньше – 6,60 %, клетчатки – 18,94 %. В семенах содержание сырого протеина составляло от 25,98 до 29,25 % соответственно.

В настоящем опыте результаты анализа растений использованы для расчета количества химических элементов, поступающих при запашке в почву. В наиболее благоприятные для гуара годы (2016 и 2017 гг.) в почву поступило наибольшее количество азота в составе зеленой массы (170,2 кг/га и 144,3 кг/га соответственно). Значительно меньше азота накопилось в 2018 и 2019 гг. – 100,2 и 120,6 кг/га

соответственно. Расчеты количества азота сделаны без учета фиксации клубеньковыми бактериями и массы корневой системы. Поступление в почву с зеленой массой фосфора составило в 2016 г. – 13,8 кг/га, в 2018 г. – 11,4 кг/га.

Наряду с условиями влагообеспеченности и температурным режимом, срок появления всходов гуара в пожнивном посеве играет важнейшую роль в формировании урожайности зеленой массы. В сложившихся погодных условиях третьей декады июня 2016–2019 гг. лимитирующим фактором было наличие достаточного для набухания и прорастания семян количества влаги на глубине заделки семян. Как правило, при высоких температурах и ветре поверхностный слой почвы на глубине до 5 см после выпадения осадков быстро теряет влагу и создает условия, при которых задерживается процесс прорастания семян. При тех же погодных условиях, в более глубоких слоях почвы влага сохраняется значительно дольше [2].

Как отмечали ранее, крупносеменные культуры выдерживают более глубокую заделку семян. Это обстоятельство имеет существенное значение для получения всходов летом при быстрой потере влаги поверхностным слоем почвы из-за физического испарения. В опыте по сравнительной оценке влияния массы 1000 семян на полевую всхожесть, наибольшие отличия между сортом Синус и селекционной линией ТГ18 наблюдали при глубине заделки 8 и 10 см (рисунок 1, 2)

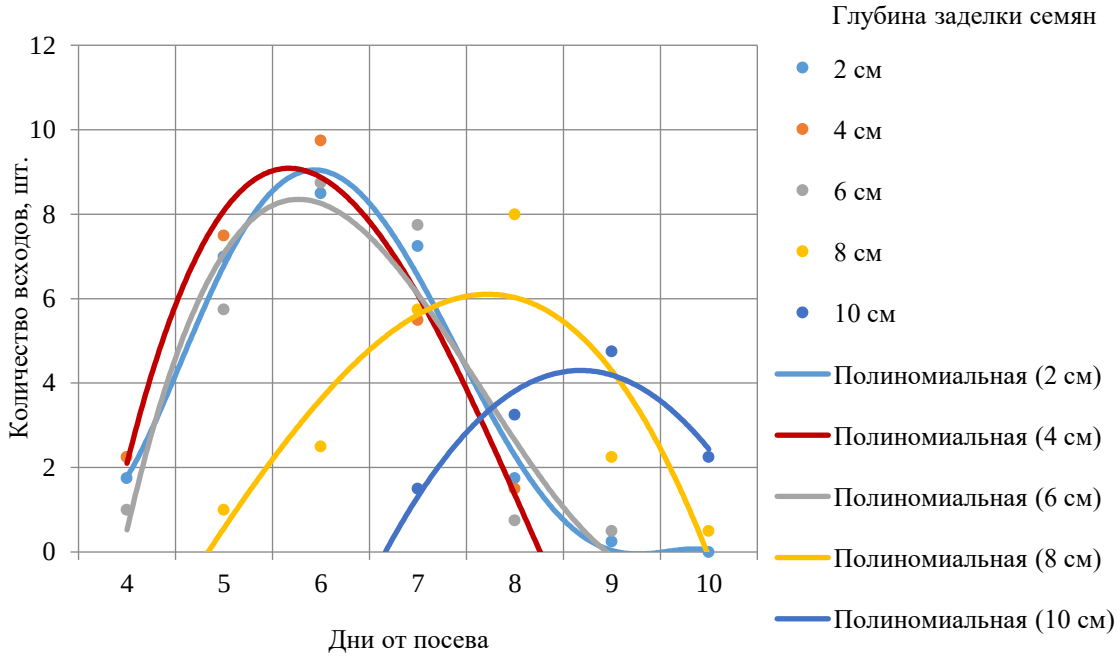

Рисунок 1 – Динамика всходов сорта гуара Синус в зависимости от глубины заделки семян (среднее за 2017–2018 гг.)

Примечание. *$НСР_{05}$ глубина заделки семян – 0,308.*

Так, из общего числа высеянных семян (32 шт./м^2) количество всходов у сорта Синус на десятый день при глубине заделки семян 10 см составило 13 шт./м^2 (41 %), у крупносеменной линии ТГ 18 – 18 шт./м^2 (56 %). Несколько меньшие различия наблюдали при глубине заделки 6 см – 23 и 25 шт./м^2 и 8 см – 21 и 25 шт./м^2 соответственно.

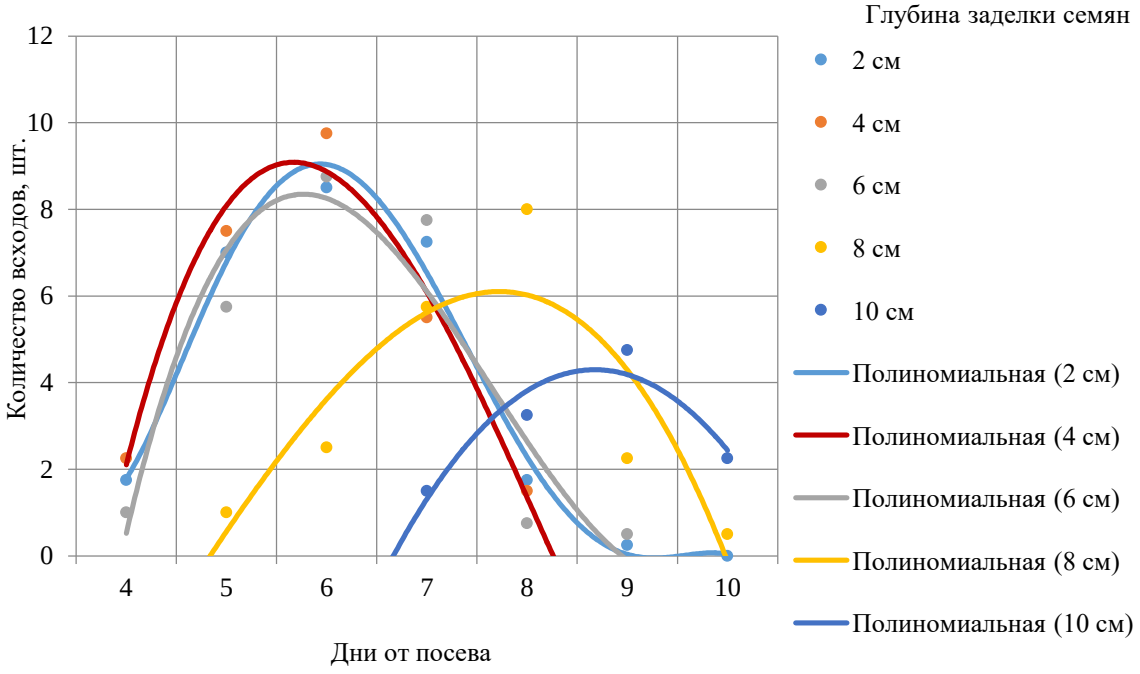

Рисунок 2 – Динамика всходов линии гуара ТГ 18 в зависимости от глубины заделки семян (среднее за 2017–2018 гг.)

Примечание. *$НСР_{05}$ глубина заделки семян – 0,294 см*

По времени от срока посева до появления всходов лучшие показатели наблюдали при глубине заделки 2 см и 4 см. Начало появления всходов отмечено на пятый день: у сорта Синус – 5 шт./м^2, у линии ТГ 18 – 7 шт./м^2. С увеличением глубины заделки на 2 см появление единичных всходов задерживалось на 1–2 дня. Самое продолжительное время от посева до появления всходов отмечено на 9 и 10 день после посева на глубину 10 см.

Динамику всходов семян гуара при заделке на различную глубину описывают приведенные уравнения (таблица 5).

Таблица 5 – Коэффициенты детерминации по изучению влияния глубины заделки семян на получение всходов гуара

Глубина посева, см	Уравнение	Степень полиномы	Коэффициент детерминации R^2
Сорт Синус			
2	$y = -0{,}00354x^5 + 0{,}7396x^4 - 5{,}4271x^3 + 15{,}885x^2 - 14{,}663x + 5{,}2857$	5	0,9852
4	$y = 0{,}2708x^3 - 4{,}2232x^2 + 16{,}756x - 10{,}7$	3	0,9690
6	$y = 0{,}338x^3 - 4{,}7093x^2 + 18{,}31x - 13{,}417$	3	0,8759
8	$y = -0{,}0903x^3 + 0{,}2857x^2 + 3{,}3403x - 6{,}5357$	3	0,7692
10	$y = -1{,}0625x^2 + 12{,}063x - 29{,}938$	2	0,8813
Линия ТГ 18			
2	$y = -1{,}75x^2 + 9{,}3x - 3{,}25$	2	0,9045
4	$y = -1{,}4643x^2 + 7{,}8857x - 2{,}35$	2	0,8556
6	$y = -1{,}875x^2 + 10{,}775x - 6{,}8$	2	0,8826
8	$y = -0{,}1204x^3 + 0{,}4286x^2 + 4{,}1204x - 8{,}8452$	3	0,7398
10	$y = -1{,}25x^2 + 15{,}4x - 41{,}3$	2	0,7464

Коэффициенты детерминации (для сорта Синус $R^2 = 0{,}7692–0{,}9852$, для линии ТГ 18 $R^2 = 0{,}7398–0{,}9045$) свидетельствуют о значительной связи количества всходов культуры с глубиной заделки семян. В условиях весеннего посева самая тесная связь

(R^2 = 0,9852) отмечена у сорта Синус при заделке семян на глубину 2 см. Можно предположить, что семена среднего размера в оптимальных условиях увлажнения быстрее набухают и прорастают, по сравнению с крупносеменной линией ТГ 18. У линии ТГ 18, по сравнению с сортом Синус, при заделке семян на глубину 8 и 10 см количество полученных всходов выше на 16 % и 32 % соответственно.

Выводы

Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, свидетельствуют о возможности использования гуара в качестве пожнивной культуры в зерновых и зерно -пропашных севооборотах Западного Предкавказья. За четыре года испытаний сорт гуара Синус формировал урожайность зеленой массы от 165 до 281 ц/га с содержанием протеина в сухом веществе листьев и бобов 24,3 %. Для вегетации гуара в повторных посевах достаточно около 1850 °С эффективных температур и осадков в количестве свыше 78 мм.

Крупносеменная линия ТГ 18, по сравнению с сортом Синус, обладала преимуществом при заделке семян на глубину 8 и 10 см. Количество всходов на единице площади составило 25 и 21 шт./м^2 и 18 и 13 шт./м^2 соответственно. Планируется дальнейшее размножение линии и производственное испытание в качестве сидерата.

Литература

1. Цховребов В. С., Фаизова В. И., Калугин Д. В., Никифорова А. М., Новиков А. А. Эволюция и деградация черноземов Центрального Предкавказья // Вестник АПК Ставрополья. 2012. № 3 (7). С. 123–125.

2. Почвы и климат Краснодарского края. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://studopedia. org (index. php? vol=2&post=5382 (дата обращения 22.02.2019).

3. Федорова А. В., Пискунова Х. А. Сидераты как средство повышения урожая. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://sci-article.ru/stat.php? i=1439184585 (дата обращения 26.01.2019).

4. Лошаков В. Г. Зеленое удобрение как фактор биологизации земледелия и повышения плодородия почвы // Агропромышленные технологии Центральной России. 2016. № 2. С. 65–81.

5. Киреев В. М., Клинов В. Д., Спиридонова Л. И. Повышение продуктивности промежуточных посевов кормовых культур. М.: Агропромиздат, 1988. С. 158–164.

6. Постников П. А. Агроэкологический мониторинг при применении зеленых удобрений // Плодородие. 2014. № 1. С. 42–43.

7. Новоселов С. И. Влияние севооборотов и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // Вестник Марийского государственного университета. 2017. Т. 3. № 1 (9). С. 60–64.

8. Белик М., Бондаренко Е., Воронин Е. Сидеральные культуры (сидераты) – альтернатива минеральным удобрениям. Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://agbz.ru/articles/sideralnyie-kulturyi--sideratyi----alternativa-mineralnyim-udobreniyam / (дата обращения 12.03.2019).

9. 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.

10. 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.

11. Whistler R. L., Hymowits T. Guar: agronomy, production, industrial use, and nutrition. USA. Indiana: Purdue University Press West Lafayette, 1979. 124 p.

12. Мурадов К. М. Опыт интродукции *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. на юге Туркмении // Растительные ресурсы. 1973. Т. 9. С. 516–523.

13. Guar variety-fertility evaluation trials & dryland guar cotton rotation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://lubbock.tamu.edu/ programs /crops/other – field – crops/guar/ pdf (дата обращения 03.10.2019).

14. Петухов Д. А., Юрина Т. А., Чаплыгин М. Е. Рекомендации по новому комплексу машин для возделывания пропашных культур. Новокубанск: КубНИИТиМ, 2015. 48 с.

15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 207 с.

16. 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. Tskhovrebov V. S., Faizova V. I., Kalugin D. V., Nikiforova A. M., Novikov A.A. Evolution and degradation of the Central Ciscaucasian chernozems// Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2012. No. 3(7). P.123–125.

2. Soils and climate of the Krasnodar Territory. [Electronic resource]. Access point: http://studopedia .org(index. php? vol=2&post=5382 (reference's date 22.02.2019).

3. Fedorova A. V., Piskunova Kh. A. Green manure as a means of yield increasing. [Electronic resource]. Access point: http:// sci-article.ru/stat.php?i=1439184585 (reference's date 26.01.2019).

4. Loshakov V. G. The green manure as a factor of agriculture biologization and for improving soil fertility // Agro-industrial technologies of the Central Russia. 2016. No. 2. P. 65–81.

5. Kireev V. M., Klinov V. D., Spiridonova L. I. Increasing the productivity of intermediate forage crops. Moscow: Agropromizdat, 1988. P. 158–164.

6. Postnikov P. A. Agroenvironmental monitoring using green fertilizers // Plodorodie. 2014. No. 1. P. 42–43.

7. Novoselov S. I. Effect of crop rotation and fertilizers on crop yields and soil fertility // Vestnik of the Mari State University. 2017. Vol. 3. No. 1 (9). P. 60–64.

8. Belik M., Bondarenko E., Voronin E. Green manure crops – an alternative to mineral fertilizers// Novokubansky branch of FSBSI "Rosinformagrotekh". [Electronic resource]. Access point: http://agbz.ru/articles/sideralnyie-kulturyi--sideratyi----alternativa-mineralnyim-udobreniyam/ (reference's date 12.03.2019).

9. 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.

10. Kostenkova E. V., Reinshtein L. N., Ostapchuk P. S. The problems and perspectives of application of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) in feeding of agricultural animals, birds and fish // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2015. No. 2(4). P. 108–117.

11. Whistler R. L., Hymowitz T. Guar: agronomy, production, industrial use, and nutrition. USA. Indiana: Purdue University Press West Lafayette, 1979. 124 p.

12. Muradov K. M. Introduction of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. in the south of Turkmenistan // Plant resources. 1973. Vol. 9. P 516–523.

13. Guar variety-fertility evaluation trials & dryland guar cotton rotation [Electronic resource]. Access point: http://lubbock.tamu.edu/programs/crops/other–field-crops /guar/.pdf (reference's date 03.10.2019).

14. Petukhov D. A., Yurina T. A., Chaplygin M. E. Recommendations for a new set of machines for cultivating row crops. Novokubansk: KubNIITiM, 2015, 48 p.

15. Dospekhov B.A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 207 p.

16. 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 631.874.4

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

CYAMOPSIS TETRAGONOLOBA (L.) TAUB. IN AFTERHARVEST SOWING IN THE WESTERN PRE-CAUCASUS AREA

Summary. *The article presents research findings indicating the possibility of using guar in the afterharvest sowing in grain crop rotation of the Western Ciscaucasia. This survey is relevant because the use of this crop helps to restore the fertility of chernozems. The experiments were carried out in 2016–2019. Seeder "PC 1M" was used to plant Cyamopsis tetragonoloba (L.). Taub.; seeding rate – 12 kg/ha (14 pcs/m); planting method – wide-row (0.45 m); seed placement depth – 5-6 cm; experiments were replicated four times. Preceding crop – winter barley. The accounting area of the experimental plot – 25m^2. Green mass was harvested with mower "ABM 875". The content of crude protein in dry matter was determined according to GOST 13496.4-93; phosphorus – GOST 26657-97; crude fiber – GOST 31675-2012. In 2017–2018, we studied the effect of seed placement depth (2; 4; 6; 8; and 10 cm) on the field germination of cv. 'Sinus' (1000-grain weight reached 37 g) and line 'TG 18' (1000-grain weight reached 50 g). Thirty-two seeds were sown on 1 m^2 in four*

replications. Sowing was carried out in the third decade of May; preceding crop – winter wheat. Weather conditions during the years of the experiments differed and contributed to the achievement of the objective. The temperature of the growing seasons of 2016, 2017 and 2019 was close to long-term average data. In 2018, the sum of effective temperatures was 415 °C lower than that of the long-term average; the amount of precipitation was 101 mm less than the average long-term norm (78 mm). We found that for four years of field trials, the yield of green mass of cultivar 'Sinus' in afterharvest sowing was 165-281 kg/ha with a protein content of 24.3 % in the dry matter of leaves and beans. Large-seeded line 'TG 18' has an advantage when sowing seeds to a depth of 8 and 10 cm compared to the cv. 'Sinus'. The number of seedlings per unit area was 25 and 21 pcs/m^2 and 18 and 13 pcs/m^2, respectively.

Keywords: *guar, Cyamopsis tetragonoloba (L.). Taub., soil fertility, green manure, variety, afterharvest sowing, seed placement depth.*

Беспалов Евгений Анатольевич, аспирант ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; 350004, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: jenya.bespalov 81@yandex.ru.

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

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

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

Voloshin Mikhail Ivanovich, Dr. Sc. (Agr.), advisor of JSC "Agronomic Association "Kuban"", Honored worker of science of Kuban; 27, Pozharskiy str., Krasnodar, 350005, Russia; e-mail: mihail.voloshin@rambler.ru.

Kostenkova Evgenia Vladimirovna, researcher, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: evgenya.kostenkova@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию – 15.03.2020.
Дата принятия к печати – 25.05.2020.