

Е.А. Ларькина¹, ✉
У.Х. Акилов¹,
Ж.Ш. Туйчиев²,
Э.К. Асронов²,
М.Б. Солиева²,
Н.К. Абдикаюмова³

¹ «Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности, Научно-исследовательский институт шелководства, Ташкент, Узбекистан

² Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, Андижан, Узбекистан

³ Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, Узбекистан.

✉ uzniish@mail.ru

Поступила в редакцию:
04.03.2022

Одобрена после рецензирования:
02.08.2022

Принята к публикации:
22.08.2022

Elena A. Larkina¹, ✉
Ulugbek Kh. Akilov¹,
Zhaloliddin Sh. Tuychiev²,
Ergashali K. Asronov²,
Madina B. Solieva²,
Nigora K. Abdikayumova³

¹ Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry, Scientific-research Institute of Sericulture, Tashkent, Uzbekistan.

² Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan

³ Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan

✉ uzniish@mail.ru

Received by the editorial office:
04.03.2022

Accepted in revised:
02.08.2022

Accepted for publication:
22.08.2022

Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве

РЕЗЮМЕ

Введение. Значение селекции в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур может быть прекрасно продемонстрировано на тутовом шелкопряде. В течение 5 тысяч лет проводился беспрерывный отбор, основным признаком для которого была шелконосность. Однако чем продуктивнее становится объект, тем труднее и сложнее оказывается традиционная селекция. Новые методы селекции могут возникнуть в результате применения искусственных способов размножения.

Методика. Применение к тутовому шелкопряду всех известных науке способов искусственного размножения (амейотического и мейотического партеногенезов, гиногенеза, андрогенеза, полиплоидии) с различными цитогенетическими механизмами и методов регуляции пола открыло новые экспериментальные возможности. Оно позволяет в широких пределах управлять наследованием признаков у популяции, что особенно эффективно при комбинированном использовании искусственных способов размножения (при гибридизации партеногенетических клонов и детерминированных по полу пород тутового шелкопряда). Методики выведения, сохранения и использования генетически модифицированных пород шелкопряда отработаны и многократно проверены.

Результаты. Созданные в наших исследованиях промышленные гибриды между партеногенетическими клонами и мечеными по полу на стадии яйца породами отличаются высоким гетерозисом по жизнеспособности гусениц (95,0–96,0%), легкостью приготовления гибридной грены, экономической выгодой из-за упразднения племенной работы, сортировки коконов, а также дорогостоящей, длительной и очень неточной операции деления коконов по полу.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд, грена, гусеница, кокон, бабочка, самка, самец, детерминированность по полу, хромосома, генетическая модификация, партеногенетический клон

Для цитирования: Ларькина Е.А., Акилов У.Х., Туйчиев Ж.Ш., Асронов Э.К., Солиева М.Б., Абдикаюмова Н.К. Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120>

© Ларькина Е.А., Акилов У.Х., Туйчиев Ж.Ш., Асронов Э.К., Солиева М.Б., Абдикаюмова Н.К.

The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture

ABSTRACT

Relevance. The importance of breeding in increasing the productivity of agricultural animals can be perfectly demonstrated on the mulberry silkworm. For 5 thousand years, continuous selection was carried out, the main feature for which was silkiness. However, the more productive the object becomes, the more difficult and complicated traditional breeding turns out to be.

Methods. New methods of breeding can be developed as a result of the use of artificial methods of reproduction. The implementation of all methods of artificial reproduction known to science (ameioteic and meiotic parthenogenesis, gynogenesis, androgenesis, polyploidy) with various cytogenetic mechanisms and methods of sex regulation to the silkworm has opened up new experimental possibilities. This makes it possible to control the inheritance of traits in a population within a wide range, which is especially effective when using artificial breeding methods in combination, for example, when breeding hybridizing parthenogenetic clones and sex-determined silkworm. Methods of breeding, preservation and use of genetically modified silkworm breeds have been worked out and repeatedly tested.

Results. The industrial hybrids created in our research by breeding parthenogenetic clones and sex-labeled breeds at the egg stage are characterized by high heterosis in caterpillar viability (95.0–96.0%), ease of preparation of hybrid grene, economic benefits due to the abolition of breeding work, cocoon sorting, as well as expensive, lengthy and very inaccurate cocoon division by gender.

Key words: silkworm, grene, caterpillar, cocoon, butterfly, female, male, sex determination, chromosome, genetic modification, parthenogenetic clone

For citation: Larkina E.A., Akilov U. Kh., Tuychiev J. Sh., Asronov E. K., Soliyeva M. B., Abdikayumova N. K. The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120>

© Larkina E.A., Akilov U. Kh., Tuychiev J. Sh., Asronov E. K., Soliyeva M. B., Abdikayumova N. K.

Введение/Introduction

Генетическая пластичность геномов тутового шелкопряда обеспечила приспособляемость организмов к предлагаемым условиям существования и привела к медленному прогрессивному сдвигу профилирующих признаков популяции как реакции на изменения адаптивной зоны.

В результате тутовой шелкопряд потерял способность летать, стал строгим монофагом, приобрел большую массу тела, высокую шелконосность коконов и попал в полную зависимость от человека. Однако только переход шелководства в начале прошлого века на научную основу придал новое ускорение формообразовательному процессу в развитии тутового шелкопряда и определил вектор этого развития. Шелкопряд наряду с утилитарным значением приобрел статус научного объекта и лабораторного животного. В научно-исследовательском институте шелководства в Ташкенте со времени его организации (1927 г.) и до настоящего времени проводятся очень важные и в определенной степени уникальные научные разработки.

Именно на тутовом шелкопряде достигнуты серьезные успехи по клонированию и генетическому модифицированию, разработаны методы получения мейотического и амейотического партеногенеза [1], двухотцовского и одноотцовского андрогенеза, осуществлена аутополиплоидизация, найдены способы создания гетерогеномных полиплоидов, решены вопросы применения и закрепления гетерозиса, изучены генетические механизмы регуляции пола, найдены пути получения гомозиготных линий [2], изучены наследуемость и коррелятивные взаимосвязи многих репродуктивных, продуктивных и технологических признаков тутового шелкопряда, начато изучение генетических основ поведения шелкопряда [3].

Цитогенетические методы выведения маркированных или меченных по полу пород тутового шелкопряда сводятся к следующему. Действием ионизирующих излучений на половую W-хромосому транслоцируется часть аутосомы с доминантным геном-маркером. Нормальные гомологи транслоцированной части аутосомы должны у обоих полов нести рецессивные аллели гена-маркера. Это достигается в результате ряда возвратных скрещиваний транслокантных самок с самцами, гомозиготными по рецессивному аллелю. Так как женский пол у тутового шелкопряда определяется сочетанием половых хромосом W и Z, а мужской — хромосом ZZ, то, очевидно, в генотип всех женских индивидуумов вместе с W-хромосомой вносится транслоцированный доминантный ген, определяющий соответственно развитие доминантного признака-маркера. У самцов, не получающих от своих родителей доминантный ген, проявится альтернативный рецессивный признак. Поэтому бабочки-самки таких пород откладывают грену двух цветов: темную и светлую в соотношении 1:1. Из темных яиц вылупляются самки, из светлых — самцы [4, 5].

На сегодняшний день в НИИШ сохраняются и находятся на разных стадиях селекционного процесса около 150 пород. Сто двадцать из них содержатся в живой коллекции пород тутового шелкопряда НИИШ. Остальные 30 проходят селекционный отбор и вовлечены в процессы гибридизации в лабораториях НИИШ.

Известно, что тутовый шелкопряд используется в промышленном шелководстве всего мира только в виде гибридов первого поколения для максимального использования гетерозиса. Анализ промышленной грены показал, что в ней содержится всего 20–25% ги-

бридных яиц, в то время как остальные яйца являются материнской исходной породой. Все это приводит к снижению урожайности и неоднородности коконного сырья. Следовательно, преимущества гибридизации в шелководстве используются не более чем на 25%. Точное разделение вручную по трудноразличимым половым морфологическим признакам десятков миллионов гусениц и куколок у нас в стране неприменимо из-за крайне низкой производительности этого процесса и недостатка свободной рабочей силы [6, 7].

Производство гибридов F1 в шелководстве осуществляется путем выведения промышленных пород, генетически меченных по полу на стадии яйца, а также партеногенетических клонов. Контролируемое создание форм с высокой комбинационной способностью и сохранение гетерозиса в последовательных поколениях возможно благодаря разработке эффективных способов управления размножением и развитием тутового шелкопряда [8, 9].

Разработка метода температурного телитокического партеногенеза была осуществлена Б.Д. Астауровым. Цитогенетический механизм клонирования методом термоактивации основан у тутового шелкопряда на выпадении из мейоза под воздействием высокой температуры редукционного деления. В неоплодотворенном активированном температурой яйце более или менее успешно происходит митотическое деление, и диплоидный генотип передается неизменным партеногенетическому потомству. Поскольку у тутового шелкопряда гетерогаметным полом является женский, то естественно, что из термоактивированных неоплодотворенных яиц развиваются исключительно самки.

В отделе механизации НИИШ сконструировано малогабаритное (40 см х 30 см х 1,5 м) высокопроизводительное «Устройство с программным обеспечением и технологией для деления грены меченных по полу пород тутового шелкопряда», разделяющее грену на самцов и самок со скоростью 14 яиц в одну секунду и с ошибкой 1,5–2,0% [10].

Таким образом, создаются все условия для приготовления 100%-но чистых гибридов с максимальным проявлением гетерозиса и облегченным вариантам приготовления грены клонально-породных высокогетерозисных, экономически целесообразных гибридов [11–14].

Целью работы является улучшение репродуктивных свойств отобранных для исследования пород и оценка основных показателей созданных гибридов.

Материалы и методы/Materials and method

Исследования проводились в лаборатории генетики и селекции тутового шелкопряда в НИИ шелководства при участии сотрудников Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологий в 2016–2018 гг. В работе использовались партеногенетические клоны АПК, 29ПК, 9ПК, 261ПК, 5140ПК, 113ПК и меченные по полу на стадии грены породы C-5 W₂W₂, C-5 пр. г. W₂W₂, C-6 W₃W₃, C-10 W₃W₃, C-12 W₅W₅, C-13 W₂W₂, C-14 W₃W₃, Б-1 W₂W₂, Б-1 W₃W₃, Б-2W₅W₅, САНИИШ-8 W₃W₃, САНИИШ-9 W₂W₂, содержащиеся в мировой коллекции пород тутового шелкопряда НИИШ. Породы с транслокацией гена W₂W₂ продуцируют светло-желтый цвет грены самцов, гена W₃W₃ — темно-бурый, W₅W₅ — бурый.

В работе применялись следующие методы:

- традиционный селекционный отбор на всех стадиях развития с учетом генетических особенностей используемых линий и пород;

- отбор по двигательной активности гусениц-ожиленцев и бабочек-самцов;
- репродукция партеногенетических клонов путем термоактивации неоплодотворенной грены;
- ранжирование линий и пород по биологическим показателям;
- биометрическая обработка полученных данных с помощью компьютерной программы «Microsoft Office Excel».

Отобранные для исследований породы и партеногенетические клоны выкармливались в весенний сезон по групповой и индивидуальной схемам селекции по 200–220 гусениц в трех повторностях или семьях.

Результаты и обсуждение/Results and discussion

Биологические показатели 6 партеногенетических клонов были ранжированы для объективной оценки селекционного материала и выбора наиболее продуктивных клонов для гибридизации. Градация клонов производилась отдельно по каждому оцениваемому признаку. После этого по минимальным суммарным баллам были отобраны лучшие клоны.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что первое место по оживляемости грены занимает партеноклон ♀♀9ПК, второе — ♀♀113ПК, ♀♀АПК, ♀♀153ПК, третье — ♀♀29ПК и четвертое — ♀♀5140ПК. По жизнеспособности гусениц первое место занимают партеноклоны ♀♀29ПК, ♀♀9ПК и ♀♀АПК, второе — ♀♀113ПК, ♀♀153ПК и ♀♀5140ПК. По шелконосности коконов первое место занимает партеноклон ♀♀5140ПК, второе — ♀♀АПК, третье — ♀♀9ПК, четвертое — ♀♀153ПК и пятое — ♀♀29ПК и ♀♀113ПК. По минимальной сумме баллов и, соответственно, по лучшим показателям биологических характеристик первое место занимают партеноклоны ♀♀9ПК и ♀♀АПК. Они и были выбраны для гибридизации с мечеными по полу породами.

Исходные самки тутового шелкопряда имеют различное фенотипическое выражение селекционного признака с неизвестными долями генетической и паратипической компоненты. Фенотипические показатели партеноклона, состоящего из нескольких сотен изогенных особей, в большей мере, чем у отдельной особи, обусловлены генотипической компонентой. Благодаря этому показатели партеноклонов можно рассматривать как стабильные и достаточно точно отображающие истинную генетическую ценность клона. Именно поэтому с партеноклонами не проводится племенная селекция,

Таблица 1. Ранги партеноклонов по биологическим показателям (2016 г.)

Table 1. Ranks of parthenoclones by biological indicators (2016)

№	Партеногенетические клоны	Оживляемость грены, %		Жизнеспособность гусениц, %		Шелконосность коконов, %		Сумма баллов	Занимаемое место по минимальной сумме баллов
		%	ранг	%	ранг	%	ранг		
1	♀♀29ПК	72,8	3	86,3	1	15,0	5	9	4
2	♀♀113ПК	80,0	2	70,1	2	15,2	5	9	4
3	♀♀9ПК	90,0	1	84,5	1	19,5	3	5	1
4	♀♀АПК	85,0	2	80,3	1	20,3	2	5	1
5	♀♀153ПК	81,3	2	79,8	2	18,9	4	8	3
6	♀♀5140ПК	67,8	4	77,1	2	21,2	1	7	2

Таблица 2. Ранги меченных по полу на стадии грены пород с оценкой биологических показателей (2016 г.)

Table 2. Ranks of sex-labeled at the egg stage breeds with evaluation of biological indicators (2016)

№	Наименование пород	Жизнеспособность гусениц, %		Масса кокона, г		Шелконосность коконов, %		Сумма баллов	Место по мин. суммам
		абсол. един.	ранг	абсол. един.	ранг	абсол. един.	ранг		
1	САНИИШ 8 W ₃ W ₃	90,8	1	1,41	11	15,8	12	24	10
2	САНИИШ 9 W ₂ W ₂	79,5	11	1,59	5	20,1	10	26	11
3	Белококонная-1 W ₂ W ₂	89,2	2	1,51	7	20,0	11	20	7
4	Белококонная-2 W ₅ W ₅	83,8	9	1,62	4	20,6	8	21	8
5	С-6 W ₅ W ₅	86,9	7	1,63	3	20,3	9	19	6
6	С-5 W ₂ W ₂	84,4	8	1,64	2	23,9	1	11	1
7	С-10 W ₃ W ₃	88,6	3	1,43	9	23,0	4	16	3
8	С-12 W ₅ W ₅	88,5	4	1,53	6	23,7	2	12	2
9	С-13 W ₂ W ₂	88,6	3	1,44	9	22,8	5	17	4
10	С-14 W ₃ W ₃	88,2	5	1,46	8	23,4	3	16	3
11	Белококонная-1 W ₃ W ₃	87,8	6	1,43	10	21,9	6	2,2	9
12	С-5 пр. гус. W ₂ W ₂	80,4	10	1,09	1	21,3	7	18	5

Рис. 1. Бабочка и гrena породы C-10 W_3W_3 **Fig. 1.** Butterfly and gren breed C-10 W_3W_3 **Рис. 2.** Устройство с программным обеспечением и технологией для деления грены меченных по полу пород тутового шелкопряда**Fig. 2.** A device with software and technology for dividing the grain of silkworm breeds labeled by sex

однако показатели клонов сохраняются неизменными на протяжении десятков лет.

При выборе пород для создания 100%-но чистых гибридов было проведено ранжирование меченных по полу на стадии грены пород по жизнеспособности гусениц, массе кокона и шелконосности коконов. Результаты приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что первые места по жизнеспособности гусениц занимают породы САНИИШ 8 W_3W_3 — 90,8, Белококонная 1 W_2W_2 — 89,2%, C-10 W_3W_3 — 88,6%, C-13 W_2W_2 — 88,6%. Высокая масса кокона наблюдается у пород C-5 пр. гус. W_2W_2 — 1,69 г, C-5 W_2W_2 — 1,64 г, C-6 W_2W_2 — 1,62 г. Лучшими по шелконосности коконов оказались породы C-5 W_2W_2 — 23,9%, C-12 W_5W_5 — 23,7%, C-14 W_3W_3 — 23,4%, C-10 W_3W_3 — 23,0%. Наименьшие суммы баллов и, соответственно, высокие ранги набирают породы C-5 W_2W_2 , C-12 W_5W_5 , C-10 W_3W_3 . Эти породы и выбраны нами для создания 100%-но чистых гибридов.

На рисунке 1 изображена бабочка-самка меченной по полу на стадии грены породы C-10 W_3W_3 , отклады-

вающая грену двух цветов — темную (самки) и светлую (самцы).

В нашем исследовании важным показателем, к увеличению которого мы стремимся, является выход грены с одного килограмма племенных коконов. Поскольку меченные по полу породы в силу их специфической генетической модификации производят грену двух цветов — светлую (самцы) и темную (самки), которая легко делится на специальном аппарате (рис. 2), то гибриды между ними имеют 100%-ную чистоту. Таким образом, гrena приобретает особую ценность и доходы грензаводов напрямую становятся зависимыми от количества приготовленной грены. Сочетание высокой шелковой продуктивности с высоким выходом грены было бы самым оптимальным вариантом отбора [17].

На рисунке 2 представлен специальный аппарат для деления грены по цвету.

Известно, что количество яиц в кладке тесно коррелирует с массой яиц в кладке и в меньшей степени — с оживляемостью яиц. Результаты наших исследований согласуются с этими наблюдениями. Увеличение числа нормальных яиц в кладке происходит в полном соот-

Таблица 3. Репродуктивные показатели и оживляемость яиц исследуемых пород по годам (2016–2018 гг.)**Table 3. Reproductive indicators and egg vivacity of the studied breeds by year (2016–2018)**

№	Породы	Годы	Кол-во норм. яиц, шт.		Масса норм. яиц, мг		Оживление яиц, %	
			$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv
1	C-5	2016	540±5,0	13,4	290±3,1	15,4	91,6±0,4	6,7
		2017	544±15,9	13,8	298±3,3	15,9	87,9±0,8	6,6
		2018	581±12,0	12,1	305±3,0	14,8	94,9±0,6	6,1
		Сред.	555±11,1	13,1	297±3,1	15,4	91,4±0,6	6,5
2	C-10	2016	492±6,7	18,3	246±4,0	21,7	95,5±0,40	4,1
		2017	534±6,6	18,0	280±10,1	20,6	93,7±0,4	5,0
		2018	542±6,2	17,6	282±8,2	18,4	97,6±0,4	4,0
		Сред.	523±6,5	18,0	269±7,4	20,2	95,6±0,4	4,4
3	C-12	2016	624±15,0	13,2	324±7,9	13,3	98,0±0,6	3,3
		2017	586±9,0	13,1	306±8,0	13,3	98,5±0,6	3,6
		2018	650±13,5	12,8	336±7,5	12,9	98,7±0,6	3,2
		Сред.	620±12,5	13,0	322±7,8	13,2	98,4±0,6	4,4
4	Ипакчи 1 (к)	2016	654±6,6	10,7	354±7,9	15,2	96,6±0,4	6,6
		2017	584±6,6	10,8	299±7,9	15,8	95,5±0,2	7,4
		2018	602±5,1	8,1	323±6,0	10,2	93,3±0,3	8,0
		Сред.	613±6,1	9,9	325±7,3	13,7	95,1±0,3	7,3

ветствии с ростом массы кладки и очень незначительно связанос оживляемостью яиц (табл. 3).

Из таблицы 3 наглядно видно, как планомерный селекционный отбор привел к улучшению репродуктивных показателей. Однако разные породы по-разному отреагировали на селекционный отбор по репродуктивным признакам. Например, количество нормальных яиц у породы С-5 увеличилось с 540 шт. в 2016 г. до 581 шт. в 2018 г., то есть на 41 яйцо, у породы С-10 — с 492 шт. в 2016 г. до 542 шт. в 2018 г. — на 50 яиц, у породы С-12 — с 624 шт. в 2016 г. до 650 шт. в 2018 г. — на 26 яиц. Таким образом, за 3 года отбора лучших по размеру яйцекладки семей больше всего увеличилось число грены в кладке у породы С-10 — на 50 яиц.

Масса нормальных яиц в кладке у породы С-5 выросла с 290 мг в 2016 г. до 305 мг в 2018 г. — на 15 мг, у породы С-10 — с 246 мг в 2016 г. до 282 мг в 2018 г. — на 36 мг, у породы С-12 — с 324 мг в 2016 г. до 336 мг в 2018 г. — на 12 мг. Следовательно, лучше других на селекционный

отбор по репродуктивным признакам отреагировала порода С-10 — увеличением массы кладки на 36 мг.

В целом же репродуктивные показатели меченных по полу пород находятся на уровне соответствующих показателей контрольной породы Ипакчи 1.

Коэффициенты вариаций репродуктивных признаков были и остались достаточно высокими даже после трех лет отбора, хотя и несколько снизились в пределах пород. Например, у породы С-5 коэффициенты вариации по количеству яиц в кладке составили в 2016 г. — 13,4%, в 2017 г. — 13,8%, в 2018 г. — 12,1%, у породы С-10 коэффициенты вариации по массе нормальных яиц в кладке оказались в 2016 г. — 21,7%, в 2017 г. — 20,6%, в 2018 г. — 18,4%, у породы С-12 коэффициенты вариации по массе 1-го яйца были в 2016 г. — 5,4%, в 2017 г. — 5,5%, в 2018 г. — 5,1%. Высокие коэффициенты вариаций по репродуктивным признакам меченных по полу на стадии грены пород говорят о том, что генетическая вариабельность пород еще не исчерпана и в случае продолжения селекционно-племенного отбора можно

Таблица 4. Репродуктивные показатели грены и жизнеспособности гусениц клонально-породных гибридов (2016–2018 гг.)

Table 4. Reproductive indicators of gren and viability of caterpillars of clonal-breed hybrids (2016–2018)

№	Гибриды	Годы	Количество нормальных яиц, шт.	Масса нормальных яиц, мг	Жизнеспособность гусениц, %
1	♀АПК х ♂С-5	2016	570±5,8	282±3,3	93,1±1,0
		2017	600±5,9	287±3,8	95,7±2,1
		2018	631±3,9	315±3,0	98,2±1,5
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	600±4,2	295±3,4	95,7±1,5*
		Отн. конт., %	103,2	106,8	106,1
2	♀АПК х ♂С-10	2016	580±7,2	270±4,4	93,5±0,8
		2017	602±8,2	291±3,6	95,1±1,1
		2018	640±3,6	321±5,2	94,7±2,0
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	607±6,3	294±4,4	94,4±1,3
		Отн. конт., %	104,4	106,5	104,7
3	♀АПК х ♂С-12	2016	570±5,3	270±3,5	94,8±3,0
		2017	580±6,2	293±3,0	95,1±0,7
		2018	630±4,2	300±4,0	94,2±2,0
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	593±5,2	288±3,5	94,7±1,9*
		Отн. конт., %	102,0	104,2	105,0
4	♀9ПК х ♂С-5	2016	581±5,5	270±4,3	95,1±0,9
		2017	571±6,2	280±5,2	96,1±1,2
		2018	624±4,8	320±3,4	94,2±1,5
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	592±5,5	290±4,3	95,1±1,2*
		Отн. конт., %	101,8	105,7	105,4
5	♀9ПК х ♂С-10	2016	555±6,2	280±3,8	95,1±2,7
		2017	599±4,6	299±2,3	97,5±1,0
		2018	640±5,9	333±4,4	95,7±1,2
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	598±5,6	304±3,5	96,1±1,6*
		Отн. конт., %	102,8	110,1	106,5
6	♀9ПК х ♂С-12	2016	540±6,9	270±4,5	94,1±2,3
		2017	599±8,4	280±2,8	96,0±1,9
		2018	630±5,3	320±6,7	96,8±1,3
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	590±6,9	290±4,7	95,6±1,8*
		Отн. конт., %	101,4	105,1	106,0
Ипакчи-1 х Ипакчи-2 (контроль)		2016	550±9,0	260±4,8	85,9±2,1
		2017	556±7,3	268±4,6	93,2±1,5
		2018	639±8,6	300±5,2	91,5±1,0
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	582±8,3	276±4,9	90,2±1,5
		Конт., %	100	100	100

добиться дальнейшего некоторого улучшения показателей и стабилизации репродуктивных признаков.

Используя партеногенетические клоны как материнские и скрещивая их с породами, меченными по полу, можно получить клонально-породные гибриды со 100%-й чистотой. Полученные таким способом гибриды F1 отличаются от обычных высокими продуктивными показателями и высокой жизнеспособностью. Причина в том, что все женские особи, участвующие в гибридизации, являются генетическими копиями. Известно, что генотип материнских клонов не изменяется по поколениям. Поэтому такие промышленные гибриды по своим продуктивным показателям и по гетерозису из года в год остаются неизменными. На протяжении наших исследований бабочки-самки партеногенетических клонов АПК и 9ПК скрещивались с самцами меченных пород С-10, С-5, С-12. Скрещивания производились по следующей схеме: АПК х С-5, АПК х С-10, АПК х С-12, 9ПК х С-5, 9ПК х С-10, 9ПК х С-12.

В 2016, 2017, 2018 гг. все гибриды выкармливались в трехкратной повторности по 220 шт. гусениц в каждой (табл. 4).

Как видно из таблицы 4, количество нормальных яиц в гибридах увеличивалось из года в год в соответствии с увеличением размера яйцекладки пород, подвергшихся селекционному отбору (табл. 3), и превысило контроль. Наибольшее число яиц в кладке по окончании селекционного отбора наблюдается у гибридов АПК х С-5 — 631 шт., АПК х С-10 — 640 шт., 9ПК х С-10 — 640 шт.

Масса нормальных яиц повышена в гибриде АПК х С-5 от 282 до 315 мг, АПК х С-10 — от 270 до 321 мг, АПК х С-12 — от 270 до 300 мг, 9ПК х С-5 — от 270 до 320 мг, 9ПК х С-10 — от 280 до 333 мг и в гибриде 9ПК х С-12 — от 270 до 320 мг. В контроле (Ипакчи 1 х Ипакчи 2) этот показатель находится в пределах 260–300 мг.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Показатели жизнеспособности у всех гибридов по годам находятся на достаточно хорошем уровне. Этот показатель в гибриде АПК х С-5 определяется в пределах 93,1–98,2%, АПК х С-10 — 93,5–95,1%, АПК х С-12 — 94,2–95,1%, 9ПК х С-5 — 94,2–96,1%, 9ПК х С-10 — 95,1–97,5%, 9ПК х С-12 — 94,1–96,8%, в контрольном варианте — 85,9–93,2%. Данные, представленные в таблице 4, полностью подтверждают перечисленные ранее преимущества клонально-породных гибридов.

По совокупности рассмотренных показателей лучшими гибридами являются АПК х С-5, 9ПК х С-5, 9ПК х С-10. Но так как все клонально-породные гибриды превышают по репродуктивным показателям и жизнеспособности контрольный гибрид, они все могут быть рекомендованы к внедрению в производство.

Выводы/Conclusion

1. Партеногенетические клоны и детерминированные по полу цветом яиц породы тутового шелкопряда, созданные искусственно как средство управления размножением шелкопряда, позволяют регулировать наследование необходимых признаков и увеличивают генетическое разнообразие в популяции.

2. Гибриды между партеноклонами и мечеными по полу породами отличаются высокой жизнеспособностью гусениц — 94,4–96,1% и повышенной массой яиц в кладке — 288–304 мг.

3. При приготовлении клонально-породных гибридов нет необходимости в проведении многолетней дорогостоящей племенной работы с клонами, кроме того, из цикла генопроизводства выпадает длительная и неточная операция деления коконов по полу, что делает использование данных гибридов экономически выгодным.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клименко В.В., Лысенко Н.Г., Хаюянь Лян. Партеногенетическое клонирование в генетике и селекции тутового шелкопряда. Разведения I генетика тварин. Харьков. 2013; 47: 40–55.
2. Астауров Б.Л. Искусственный партеногенез у тутового шелкопряда (экспериментальное исследование). //М-Л, Изд-во АН СССР, 1940: 240–250.
3. Струнников В.А., Курбанов Р.К., Пашкина Т.А., Насриддинова С.Б., Исмагуллаев А.А. Рекомендация по получению клонально-породных промышленных гибридов тутового шелкопряда. Ташкент. 1992: 3–10.
4. Струнников В.А., Гуламова Л.М. Искусственная регуляция пола у тутового шелкопряда. Сообщ. 1 Выведение меченых по полу пород тутового шелкопряда. Генетика. 1969; 5(6): 52–72.
5. Кольцов Н.К. Искусственный партеногенез у шелкопряда. // Проблемы животноводства. – Москва. 1972:55–64.
6. Насириллаев У.Н., Леженко С.С. Основные методические положения племенной работы с тутовым шелкопрядом (руководящий документ). Ташкент. 2002: 3–20.
7. Ларкина Е.А., Салихова К., Якубов А.Б. Использование метода отбора по двигательной активности для сохранения свойств коллекционных пород тутового шелкопряда. Агро илм. 2012; 2(22): 51–52.
8. Насириллаев Б.У., Жуманиезов М.Ш., Халилова М.Ф. Управление полом тутового шелкопряда и изменение технологических показателей гибридного потомства F1. Наука и инновационное развитие. Ташкент. 2020; 3: 77–82.

REFERENCES

1. Klimenko V.V., Lysenko N.G., Haoyuan Liang. Parthenogenetic cloning in genetics and breeding of silkworms. Rozvedennyya I genetics tvarin. Kharkiv, 2013; 47: 40–55. (In Russian.)
2. Astaurov B.L. Artificial parthenogenesis in silkworms (experimental study). //M-L, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1940: 240–250. (In Russian.)
3. Strunnikov V.A., Kurbanov R.K., Pashkina T.A., Nasriddinova S.B., Ismatullaev A.A. Recommendation for obtaining clan-bred industrial hybrids of silkworm. Tashkent, 1992: 3–10. (In Russian.)
4. Strunnikov V.A., Gulamova L.M. Artificial regulation of sex in silkworms. Message.1 Breeding of sex-labeled silkworm breeds. Genetics. 1969; 5(6): 52–72. (In Russian.)
5. Koltsov N.K. Artificial parthenogenesis in the silkworm. // Problems of animal husbandry. – Moscow. 1972:55–64. (In Russian.)
6. Nasirillaev U.N., Lezhenko S.S. The main methodological provisions of breeding work with silkworms (guidance document). Tashkent. 2002: 3–20. (In Russian.)
7. Larkina E.A., Salikhova K., Yakubov A.B. Using the method of selection by motor activity to preserve the properties of collection silkworm breeds. Agro ilm. 2012; 2(22): 51–52. (In Russian.)
8. Nasirullaev B.U., Zhumaniyazov M.Sh., Khalilova M.F. Sex management of silkworms and changes in technological indicators of hybrid progeny F1. Science and innovative development. Tashkent, 2020; 3: 77–82. (In Russian.)

9. Насириллаев Б.У. Перспективные селекционные линии и промышленные гибриды тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. // Актуальные проблемы производства качественного и конкурентноспособного коконного сырья. Изд. «Фан». - Ташкент. 2017. - С. 19-24.
10. Mirzakhodjaev A., Bazarov R.K., Dadajanova D.X. The Silkworm Eggs Separator with the Novel Electronic Computing Unit. //J. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), - India, Bhopal, 2020; 8 (5): 1314-1318.
11. Абдукаюмова Н., Ларкина Е.А. Перспективы использования меченных по полу на стадии грены пород мировой коллекции тутового шел-копряда. «Молодой ученый». Россия, Москва. 2018; 50(1): 104-106.
12. Данияров У.Т. Пилла толасининг сифатини ошириш учун тут ипак қуртининг партеногенетик клонларидан фойдаланиш. // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. Тошкент. 2018; 10:42.
13. Акилов У.Х. Тут ипак қуртининг клон-зотли тоза саноатбоп дурагайлари ва компонент зотларнинг маҳсулдорлик кўрсаткичлари. // “Қишлоқ хўжалиги илм-фанида ешларнинг роли” Республика илмий-амалий конференцияси илмий ма оалар тўплами. 2-жилд. -Тошкент, 2020. 283-287-б.
14. Акилов У.Х. Обоснование использования партеногенетических клонов в создании чистых промышленных гибридов тутового шелкопряда. Автореферат. Ташкент. 2021:1-48.
15. Акилов У.Х. Тут ипак қуртининг клон-зотли саноатбоп дурагайлари. Агроилм. Тошкент, 2019; 2:50-51.
16. Меркурьева Б.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. Москва. 1970: 141-144.
17. Larkina E.A., Mirzakhodjaev B.A., Bazarov.R.K. Genetic potential and prospects for using of silkworm breeds, marked by sex at the egg stage //Международный научно-исследовательский журнал. «Евразийский Союз Ученых» 2019; 5(62): 30-32.

ОБ АВТОРАХ:

Елена Алексеевна Ларкина,
старший научный сотрудник лаборатории генетики тутового шелкопряда
«Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности», Научно-исследовательский институт шелководства, 1-дом. ул. Ипакчи, Ташкент, 100169, Узбекистан.
<https://orcid.org/0000-0002-6523-9106>

Улугбек Хакимович Акилов,
доктор философии (PhD) сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории генетики тутового шелкопряда
«Комитет Республики Узбекистан по развитию шелководства и шерстяной промышленности», Научно-исследовательский институт шелководства. 1-дом. ул. Ипакчи, Ташкент, 100169, Узбекистан.
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>

Жалолиддин Шаробиддинович Туйчиев,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан
e-mail: tuag_info@edu.uz

Эргашали Каримбердиевич Асронov,
старший преподаватель
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>

Мадина Ботировна Солиева,
старший преподаватель
Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, 1, Университетская улица, Андижан, 100140, Узбекистан,
<https://orcid.org/0000-0002-7190-0552>

Нигора Камолитдиновна Абдикайумова,
ассистент кафедры шелководства и тутоводства
Ташкентский государственный аграрный университет. 2-дом ул. Университетская, Ташкент, 100140, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0002-7190-8852>

9. Nasirullaev B.U. Promising breeding lines and industrial hybrids of the silkworm *Bombyx mori* L. //Actual problems of production of high-quality and competitive cocoon raw materials. Ed. "Fan". - Tashkent, 2017. - pp. 19-24. (In Russian.)

10. Mirzakhodjaev A., Bazarov R.K., Dadajanova D.X. The Silkworm Eggs Separator with the Novel Electronic Computing Unit. //J. International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), - India, Bhopal, 2020; 8 (5): 1314-1318.

11. Abdukayumova N., Larkina E.A. Prospects the use of the breeds marked on the floor at the stage of greening of the world collection of mulberry shel-kopryad. "Young scientist". Russia, Moscow. 2018; 50(1): 104-106. (In Russian.)

12. Daniyarov U.T. Pilla tolasining sifatini oshirish uchun tut ipak qurtining partenogenetik klonlaridan foydalanish. // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. Toshkent. 2018; 10:42. ((in Uzbek)

13. Akilov U.H. Tut ipak qurtining klon-zotli toza sanoatbop duragaylari va komponent zotlarning mahsuldorlik ko'rsatkichlari. // "Qishloq xo'jaligi ilm-fanida yoshlarning roli" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi ilmiy maqolalar to'plami. 2-jild. -Toshkent, 2020. 283-287-b. (in Uzbek)

14. Akilov U.H. Substantiation of the use of parthenogenetic clones in the creation of pure industrial silkworm hybrids.Abstract. Tashkent. 2021:1-48. (In Russian.)

15. Akilov U.H. Tut ipak qurtining klon-zotli sanoatbop duragaylari. Agroilm. Toshkent, 2019; 2:50-51. (in Uzbek)

16. Merkur'yeva B.K. Biometrics in breeding and genetics of farm animals. Moscow. 1970: 141-144. (In Russian.)

17. Larkina E.A., Mirzakhodjaev B.A., Bazarov.R.K. Genetic potential and prospects for using of silkworm breeds, marked by sex at the egg stage. //International Scientific Research Journal. "Eurasian Union of Scientists" 2019; 5(62): 30-32.

ABOUT THE AUTHORS:

Elena Alekseevna Larkina,
Senior Researcher of the Silkworm Genetics Laboratory
"Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry", Scientific-research Institute of sericulture. house-1. Ipakchi str., Tashkent, 100169, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-6523-9106>

Ulugbek Khakimovich Akilov,
PhD of Agricultural Sciences, Junior Researcher of the Silkworm Genetics Laboratory
"Committee of the Republic of Uzbekistan for the Development of Sericulture and Wool Industry", Scientific-research Institute of sericulture. house-1. Ipakchi str., Tashkent, 100169, Uzbekistan
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>

Zhaloliddin Sharobiddinovich Tuychiev,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
e-mail: tuag_info@edu.uz

Ergashali Karimberdievich Asronov,
Senior Lecturer
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-1490-0849>

Madina Botirovna Solieva,
Senior Lecturer
Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, 1, University street, Andijan, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-7190-0552>

Nigora Kamoliddinovna Abdikayumova,
Assistant of the Department of Sericulture and Mulberry Growing
Tashkent State Agrarian University. bld-2, Universitet street, Tashkent, 100140, Uzbekistan.
<https://orcid.org/0000-0002-7190-8852>