

УДК 633.5:631.527

UDC 633.5:631.527

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология
(биологические науки, сельскохозяйственные
науки)

4.1.2. Breeding, seed production and biotechnology
(biological sciences, agricultural sciences)

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ОТБОРА
НА СТАБИЛИЗАЦИЮ
МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОДОМНОЙ
КОНОПЛИ В УСЛОВИЯХ
НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ**

**A STUDY OF VARIOUS SELECTION
METHODS FOR STABILIZING
MORPHOMETRIC TRAITS AND
PRODUCTIVITY OF MONOECIOUS HEMP
UNDER CONDITIONS OF UNSTABLE
MOISTURE**

Матюхина Оксана Евгеньевна
к.с.-х.н, доцент
РИНЦ SPIN-код: 2531-8330
email: matiuhina.ok@yandex.ru

Matyukhina Oksana Evgenievna
Candidate of Agricultural Sciences, associate professor
RSCI SPIN-code: 2531-8330
email: matiuhina.ok@yandex.ru

Ковтуненко Виктор Яковлевич
доктор сельскохозяйственных наук
РИНЦ SPIN-код: 3715-6510
email: kleborob123@yandex.ru

Kovtunenکو Viktor Yakovlevich
Doctor of Agricultural Sciences
RSCI SPIN-code: 3715-6510
email: kleborob123@yandex.ru

Мелешко Дмитрий Александрович
РИНЦ SPIN-код: 2555-8717
email: mda@kniish.ru
*Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко,
Краснодар, Россия*

Meleshko Dmitry Alexandrovich
RSCI SPIN-code: 2555-8717
email: mda@kniish.ru
*P. P. Lukyanenko National Grain Center,
Krasnodar, Russia*

В статье представлены результаты многолетних исследований (2020-2023 гг.), по оценке эффективности различных селекционных приемов формирования однодомности у технической конопли южной селекции. На фоне контрастных погодных условий, особенно выраженной засухи 2022-2023 годов, проанализирована стабильность морфометрических признаков: высоты растения, технической длины, длины соцветия и диаметра стебля. Установлено, что варианты с проведением сортоочистки (Вариант 3 и Вариант 4) проявили наибольшую устойчивость продуктивности в стрессовых условиях. Вариант 3, сочетающий удаление двудомных мужских растений со сбором семян со всех оставшихся растений, признан наиболее адаптивным и рекомендован для использования в селекционных программах в зонах рискованного земледелия

This article presents the results of a multi-year study (2020-2023) evaluating the effectiveness of various breeding techniques for developing monoeciousness in southern-bred industrial hemp. Against the backdrop of contrasting weather conditions, particularly the severe drought of 2022-2023, the stability of morphometric traits—plant height, technical length, inflorescence length, and stem diameter—was analyzed. It was found that the variants involving varietal purification (Option 3 and Option 4) demonstrated the greatest productivity stability under stressful conditions. Option 3, which combines the removal of dioecious male plants with seed collection from all remaining plants, was recognized as the most adaptive and is recommended for use in breeding programs in high-risk farming areas

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНОПЛЯ,
ОДНОДОМНОСТЬ, СЕЛЕКЦИЯ,
СОРТООЧИСТКА, ЗАСУХА, ТЕХНИЧЕСКАЯ
ДЛИНА, МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ,
УСТОЙЧИВОСТЬ

Keywords: INDUSTRIAL HEMP,
MONOECONOMY, SELECTION, VARIETY
CLEANING, DROUGHT, TECHNICAL LENGTH,
MORPHOMETRIC CHARACTERS, RESISTANCE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-025>

Введение. Однодомность у технической конопли является ценным селекционным признаком, обеспечивающим более дружное созревание,

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/25.pdf>

выравненность посевов и упрощение технологии возделывания [1, 2]. Однако процесс закрепления этого признака в популяции требует применения специфических методов отбора и может существенно зависеть от условий внешней среды [3].

В современных условиях изменения климата, характеризующихся увеличением частоты и интенсивности засушливых периодов, актуальной задачей становится создание сортов, устойчивых к абиотическим стрессам [4]. Южные регионы возделывания конопли в особенности подвержены риску почвенной и атмосферной засухи, что лимитирует реализацию генетического потенциала продуктивности селекционных образцов.

Цель исследований - сравнительная оценка влияния пяти различных схем селекционного отбора на стабильность морфометрических признаков и продуктивности однодомной конопли в условиях контрастного увлажнения вегетационных периодов 2020-2023 годов.

Материалы и методы. Исследования проводились в период с 2019 по 2023 годы. Полевые и лабораторные эксперименты проводились с использованием опытных полей, оборудования и приборов «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко». Закладку опытов, наблюдения и оценки проводили согласно методике полевого опыта (Доспехов Б.А. 1985). Объектом для исследования послужила популяция однодомной технической конопли Сейм. На первом этапе (2019-2022 гг.) в селекционном питомнике применялись пять различных схем отбора:

- Вариант 1 (контроль): без сортоочистки. Сбор урожая семян со всех растений.

- Вариант 2: без сортоочистки. Сбор урожая семян только с растений однодомной материки.

- Вариант 3: сортоочистка (удаление двудомных мужских растений). Сбор урожая семян со всех оставшихся растений.

- Вариант 4: сортоочистка. Сбор урожая семян только с растений однодомной материки.

- Вариант 5: создание сложной однодомной популяции (оставление однодомной материки, однодомной феминизированной поскони и феминизированной поскони). Сбор урожая семян со всех растений.

На втором этапе (2020-2023 гг.) семейственный материал, полученный по каждой схеме, оценивался в оценочном питомнике. Ежегодно учитывались следующие морфометрические показатели: высота растения (см), длина соцветия (см), диаметр стебля (мм), число междоузлий. На их основе рассчитывался ключевой показатель для волокнистого использования – техническая длина (см), как разность между высотой растения и длиной соцветия.

Метеорологические данные (температура воздуха, количество осадков, относительная влажность воздуха) предоставлены местной метеостанцией и анализировались за ключевые месяцы вегетации конопли: с апреля по август.

Результаты и обсуждение. 1. Анализ погодных условий вегетационных периодов 2020 и 2021 годы можно охарактеризовать как относительно благоприятные. Осадки распределялись более-менее равномерно, хотя и отмечались периоды с их дефицитом (например, III декада июня 2020 г. – 2,3 мм, II декада июля 2021 г. – 0,0 мм). Относительная влажность воздуха в критические фазы развития часто находилась в пределах 50-65%.

2022 и 2023 годы отличались ярко выраженными засушливыми признаками. Наблюдались продолжительные периоды с полным отсутствием осадков: II и III декады августа 2023 г. (0,0 мм), II декада июня 2022 г. (0,8 мм), III декада августа 2022 г. (2,5 мм) (рисунок 1).

Температурный режим был близок к среднемноголетним значениям в фазы всходы – интенсивный рост, но сопровождались аномально

высокими температурами (среднедекадные температуры в июле-августе достигали 26,9-27,7°C, что на 3-5°C выше нормы) и низкой относительной влажностью воздуха, опускавшейся до 34-42% (рисунок 2). Такие условия создавали сильный водный и тепловой стресс для растений в фазе цветение – налив.

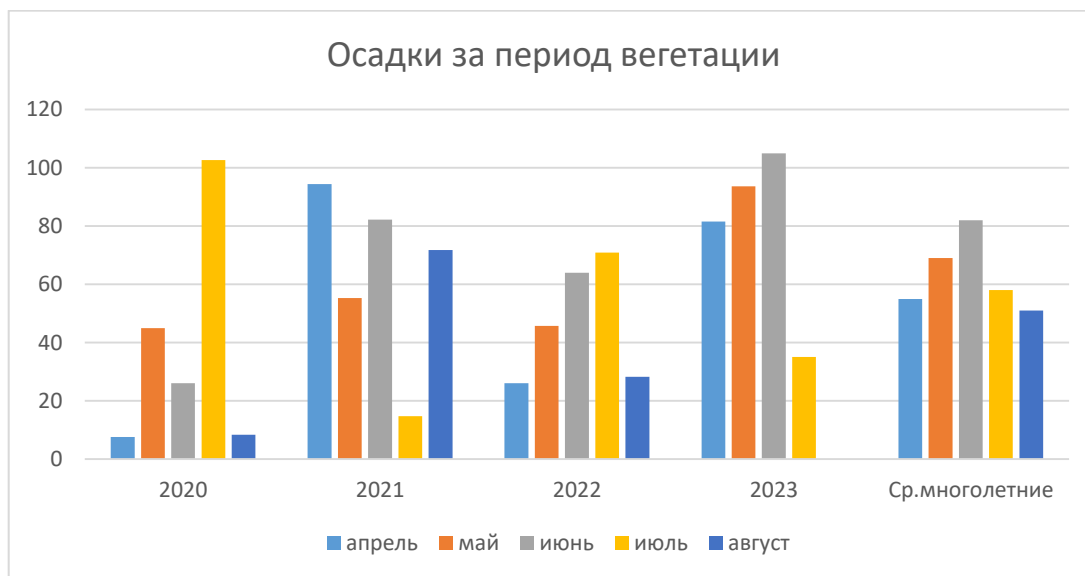


Рисунок 1. Осадки за период вегетации конопли, мм (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.)

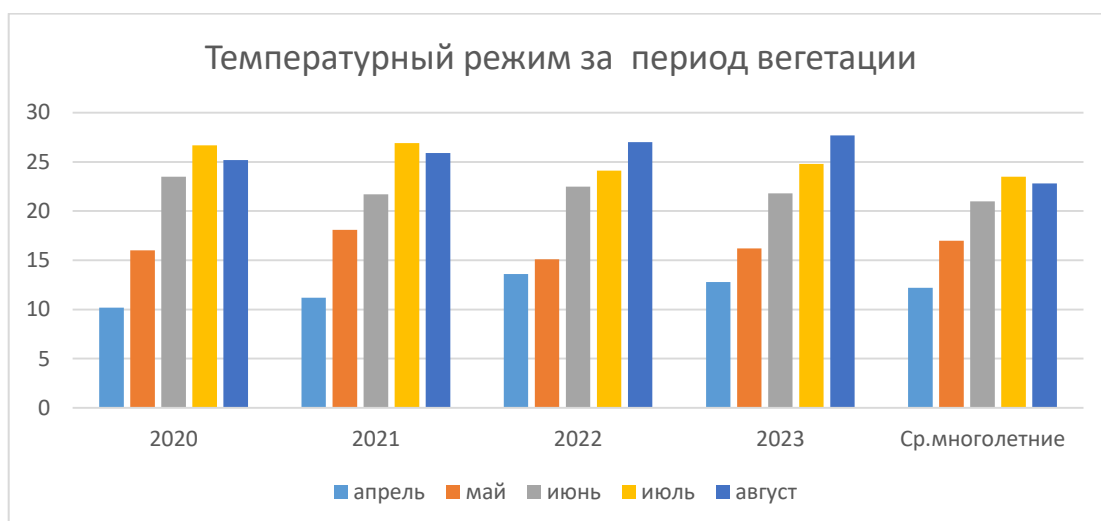


Рисунок 2. Температурный режим за период вегетации конопли, мм (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.)

Результаты и обсуждение. 1. Динамика морфометрических признаков в зависимости от погодных условий и метода отбора.

На фоне контрастных погодных условий четко проявились различия в реакции селекционных вариантов по высоте растений и технической длине.

В благоприятные 2020-2021 гг. все варианты, кроме контроля, демонстрировали активный рост и приближались по высоте к базовому показателю (281 см), а в 2021 г. некоторые даже его превосходили (Вариант 5 – 281 см). Однако в засушливых условиях 2022 года произошло существенное снижение высоты растений во всех вариантах. Наименьшее снижение отмечено у Варианта 3 (250 см) и Варианта 5 (256 см), в то время как у Варианта 1 (контроль) высота упала до 257 см, а у Вариантов 2 и 4 – до 251 и 249 см соответственно (таблица 1).

Таблица 1. Динамика высоты растений селекционных линий конопли, см. (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.).

Год	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
база	281	281	281	281	281
2020	248	253	250	251	253
2021	272	278	279	277	281
2022	257	251	250	249	256
2023	290	291	285	288	282

Расчетный показатель технической длины наиболее ярко иллюстрирует устойчивость вариантов. В засушливом 2022 году техническая длина у контроля (Вариант 1) составила 208,0 см. При этом варианты с сортоочисткой показали лучшую сохранность этого ценного признака: Вариант 3 – 211,0 см, Вариант 4 – 204,0 см. Вариант 5 также показал хороший результат в стрессе – 209,0 см. В благоприятном 2023 году все варианты показали максимальные за годы исследования значения

технической длины, причем Вариант 3 достиг 244,0 см, что существенно выше базового уровня (235,0 см) (таблица 2).

Таблица 2. Динамика технической длины растений селекционных линий конопли, см. (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.)

Год	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
база	235	235	235	235	235
2020	201	207	205	207	211
2021	231	236	236	228	234
2022	208	205	211	204	209
2023	240	239	244	241	238

Динамика длины соцветий была менее предсказуемой, что, вероятно, связано с комплексным влиянием отбора и погоды на репродуктивную сферу. Диаметр стебля у всех вариантов имел тенденцию к увеличению по годам, демонстрируя, что селекция на однодомность не привела к его отрицательному изменению (таблица 3).

Таблица 3. Динамика длины соцветий растений селекционных линий конопли, см. (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.)

Год	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
база	46	46	46	46	46
2020	47	46	45	44	42
2021	41	42	43	49	47
2022	49	46	39	45	47
2023	50	52	41	47	44

В условиях засухи 2022 года наиболее стабильный диаметр стебля (10,0-10,3 мм) сохранили Варианты 2, 3 и 5 (таблица 4).

Таблица 4. Динамика диаметра стебля растений селекционных линий конопли, мм. (Краснодар «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко» 2020-23гг.)

Год	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
база	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
2020	9,9	9,5	9,7	9,6	9,5
2021	10	9,9	10	9,8	10
2022	10,2	10	10	10	10,3
2023	10	10	10,1	10,1	10,2

Полученные данные свидетельствуют о том, что методы отбора, включающие сортоочистку (Варианты 3 и 4), способствуют не только закреплению однодомности, но и формированию более устойчивого к засухе селекционного материала [5].

Вариант 3, показавший наилучшие и наиболее стабильные результаты по технической длине в условиях как засухи, так и благоприятного года, представляет наибольший интерес для селекции.

Сочетание жесткой сортоочистки против двудомных мужских растений со сбором семян со всей оставшейся популяции, по-видимому, обеспечивает оптимальный баланс между отбором на желательный признак и поддержанием достаточного уровня генетического разнообразия для адаптации к стрессам.

Вариант 1 (контроль), где не проводилось никакого отбора, ожидаемо показал наибольшую чувствительность к засухе, что подтверждает необходимость целенаправленной селекционной работы для создания устойчивых форм.

Анализ наследования и проявления признаков в системе «селекционный питомник → оценочный питомник».

Важной особенностью исследований является то, что в оценочном питомнике каждый год оценивается материал, созданный в селекционном питомнике в предыдущем году. Это позволяет анализировать не только непосредственное влияние погоды, но и наследование приобретенных адаптаций.

Например, семена, полученные в стрессовых условиях 2022 года в селекционном питомнике, были оценены в оценочном питомнике в 2023 году. Растения от вариантов, показавших устойчивость в 2022 году (Вариант 3, Вариант 5), в 2023 году не только лучше перенесли засуху, но и продемонстрировали «эффект закалки», показав наивысшую продуктивность. Это говорит о закреплении в этих популяциях адаптивных признаков.

Динамика ключевых признаков наглядно показывает, как метод отбора модулирует реакцию растений на погодные условия года, предшествовавшего оценке.

Динамика 2020 года (оценка материала 2019 года):

Погода 2019 года (формирование семян): умеренные условия.

Погода 2020 года (оценка): дефицит осадков в июне, жаркий июль-август.

Реакция: все варианты показали снижение высоты относительно «базы». Однако Вариант 2 и Вариант 5 продемонстрировали наименьшее снижение (-28 см), что указывает на лучшую стартовую адаптивность материала, полученного при мягком отборе в первый год селекции.

Динамика 2021 года (оценка материала 2020 года):

Погода 2020 года (формирование): стрессовая (дефицит влаги, жара).

Погода 2021 года (оценка): близкая к оптимуму.

Реакция: наблюдалось восстановление всех вариантов. Максимальный рост показал Вариант 5 (281 см, на уровне базы), а Вариант 3 вплотную приблизился к базе (279 см). Это свидетельствует о высокой регенерационной способности и пластичности этих популяций, сформированных в стрессовый год.

Динамика 2022 года (оценка материала 2021 года):

Погода 2021 года (формирование): оптимальная.

Погода 2022 года (оценка): экстремально засушливая.

Реакция: произошло резкое снижение высоты. Ключевой результат: Вариант 3, чьи семена были получены в оптимальных условиях, показал наилучшую устойчивость к засухе (250 см, наименьшее падение среди вариантов). Это доказывает, что сама схема отбора (сортоочистка + сбор со всех) уже через два поколения сформировала генетически более устойчивую популяцию.

Динамика 2023 года (оценка материала 2022 года):

Погода 2022 года (формирование): экстремально засушливая.

Погода 2023 года (оценка): контрастная, с засухой в августе.

Реакция: все варианты превысили базовый уровень. Абсолютным лидером стал Вариант 3 (290 см), а рассчитанная для него техническая длина достигла 244,0 см.

Это указывает на мощный эффект отбора: популяция, прошедшая жесткий естественный отбор в условиях засухи 2022 года и искусственный отбор по схеме Варианта 3, максимально реализовала свой потенциал в году с благоприятной весной.

Анализ второстепенных признаков подтверждает общие закономерности.

Диаметр стебля:

– общий тренд – постепенное увеличение по годам у всех вариантов, что является положительным селекционным сдвигом.

– в экстремальном 2022 году наименьшее снижение темпов прироста диаметра показали Вариант 3 (10,0 мм) и Вариант 5 (10,3 мм).

Это свидетельствует о том, что эти варианты эффективнее распределяют ассимиляты даже в стрессовых условиях, поддерживая прочность и качество стебля.

Учет того, что мы оцениваем результат селекции предыдущего года, позволяет дать более точную интерпретацию:

1. Вариант 3 последовательно, независимо от погодных условий года формирования семян, дает потомство с высокой и стабильной продуктивностью. Это подтверждает, что данная схема отбора наиболее эффективно закрепляет гены, ответственные как за продуктивность, так и за устойчивость.

2. Вариант 5 показывает хорошие, но несколько менее стабильные результаты. Его сила – в способности давать хороший результат в год, следующий за стрессовым («эффект закалки»).

3. Вариант 2 эффективен в первые годы отбора, но его результативность со временем перестает расти, так как отсутствие сортоочистки не позволяет эффективно избавляться от нежелательных аллелей.

4. Вариант 4 подтверждает риск инбридинговой депрессии. Жесткий отбор без поддержания широкой генетической базы делает популяцию уязвимой к непредсказуемым погодным условиям.

5. Вариант 1 (контроль) наглядно демонстрирует, что без направленного отбора не происходит ни закрепления однодомности, ни улучшения адаптивных свойств. Его показатели полностью зависят от случайных погодных условий.

Таким образом, анализ динамики морфологических признаков с учетом «эффекта запаздывания» (оценка в год, следующий за селекцией) однозначно доказывает, что Вариант 3 является оптимальной схемой отбора для закрепления признака однодомности и создания стресс-толерантных популяций технической конопли.

Выводы. 1. Погодные условия вегетационных периодов 2020-2023 годов были контрастными: 2020-2021 гг. – относительно благоприятные, 2022-2023 гг. – засушливые, что позволило оценить устойчивость селекционных вариантов в стрессовых условиях.

2. Установлено достоверное влияние метода отбора на стабильность морфометрических признаков. Варианты с проведением сортоочистки (Вариант 3 и Вариант 4) проявили большую устойчивость к засухе, в особенности по ключевому показателю – технической длине.

3. Наиболее адаптивным и перспективным признан Вариант 3 (сортоочистка с сбором семян со всех оставшихся растений), который сочетал высокую продуктивность в благоприятный год (2023) с минимальным снижением показателей в засушливый период (2022).

Данный селекционный прием рекомендуется для дальнейшего использования в селекционных программах по созданию засухоустойчивых однодомных сортов технической конопли для южных регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.В., Петрова С.И. Селекция однодомной конопли: теория и практика. – М.: Агропромиздат, 2010. – 200 с.
2. Virovets, V.G. Selection for monoecious hemp // Journal of International Hemp Association. – 1996. – Vol. 3(2). – P. 76-79.
3. Amaducci, S., et al. Key cultivation techniques for hemp in Europe // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 68. – P. 2-16.
4. Farooq, M., et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management // Agronomy for Sustainable Development. – 2009. – Vol. 29(1). – P. 185-212.
5. Van der Werf, H.M.G., et al. The potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for sustainable fibre production: a crop physiological appraisal // Annals of Applied Biology. – 1996. – Vol. 129(1). – P. 109-123.

LIST OF LITERATURE

1. Ivanov A.V., Petrova S.I. Selekcija odnodomnoj konopli: teorija i praktika. – M.: Agropromizdat, 2010. – 200 s.
2. Virovets, V.G. Selection for monoecious hemp // Journal of International Hemp Association. – 1996. – Vol. 3(2). – P. 76-79.
3. Amaducci, S., et al. Key cultivation techniques for hemp in Europe // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 68. – P. 2-16.
4. Farooq, M., et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management // Agronomy for Sustainable Development. – 2009. – Vol. 29(1). – P. 185-212.
5. Van der Werf, H.M.G., et al. The potential of hemp (*Cannabis sativa* L.) for sustainable fibre production: a crop physiological appraisal // Annals of Applied Biology. – 1996. – Vol. 129(1). – P. 109-123.