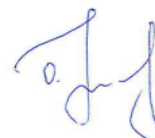


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*



**Давыдова Ольга Константиновна**

**СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВОГО ИСХОДНОГО  
МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ БЕЗНАРКОТИЧЕСКОЙ  
ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ  
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
Серков Валериан Александрович,  
доктор сельскохозяйственных наук

ПЕНЗА  
2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 КОНОПЛЯ ПОСЕВНАЯ ( <i>CANNABIS SATIVA</i> L.). БИОЛОГИЯ И СЕЛЕКЦИЯ КУЛЬТУРЫ (обзор литературы) .....	12
1.1 Особенности биологии и требования к условиям произрастания..	12
1.2 Методология селекционного процесса однодомной конопли и достижения селекции.....	24
1.3 Направления селекции .....	35
2 ПОЧВЕННЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	48
2.1 Почвенно-климатические условия проведения исследования.....	48
2.2 Материал и методика проведения исследования.....	56
3 СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ.....	61
3.1 Оценка родительских форм гибридного материала.....	61
3.2 Оценка селекционного материала по содержанию каннабиноидных соединений.....	74
3.3 Результаты оценки по содержанию обычной поскони.....	85
3.4 Особенности морфологических признаков нового селекционного материала .....	86
3.5 Результаты оценки нового селекционного материала по хозяй- ственно ценным признакам.....	97
3.6 Показатели качества стеблей .....	108
3.7 Устойчивость к болезням и вредителям.....	120
4 СОРТ МИЛЕНА. ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ И СВОЙСТВА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ.....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА.....	133

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	
ИССЛЕДОВАНИЯ.....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	135
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	153
Приложение А    Содержание в растениях суммы основных каннабиноидов, ТГК и  обычной поскони.....	154
Приложение Б    Характеристики образцов конопли по морфологиче- ским и хозяйственно ценным признакам .....	157
Приложение В    Авторское свидетельство на сорт Милена .....	160
Приложение Г    Справки о внедрении.....	161

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** На сегодняшний день конопля (*Cannabis sativa* L.) – стратегическая лубяная сельскохозяйственная культура, являющейся ценной сырьевой базой не только для текстильной промышленности, но и ряда других важнейших отраслей мировой экономики (строительство, военно-промышленный комплекс, авиационная, космическая, пищевая, медицинская промышленность и др.), поскольку хлопок перешел в разряд импортного сырья. Уникальные свойства этой культуры определяют высокий спрос волокна, семян конопли как в России, так и за рубежом. Практически вся продукция коноплеводства является безотходной и насчитывает тысячи наименований (Степанов Г.С. и др., 2004; Степанов Г.С. и др., 2013; Ковалев М.М., Колчина Л.М., 2013; Зеленина О.Н. и др., 2016; Сухорада Т.И., 2017; Морыганов А.П., 2018; Серков и др., 2018; Серков и др., 2019; Таточенко И. М., Махамаджалилов А.А., 2019; Давыдова С.А., Чаплыгин М.Е., Попов Р.А., 2021; Хоружий Л.И., Ашмарина Т.И., 2021; <https://www.rosflaxhemp.ru/>).

В настоящее время интерес к конопле растет, применение новых технологий переработки продукции данной культуры способствует развитию новых направлений использования (Григорьев С.В., 2015; Серков В.А. и др., 2019; Heide V., Verlepsch V., 2000).

Однако темпы развития коноплеводства остаются низкими, так как распространение этой культуры ограничено на законодательном уровне ввиду того, что растения конопли содержат особый класс органических веществ – каннабиноиды, среди которых присутствует тетрагидроканнабинол (ТГК), вещество, обладающее наркотическими свойствами (Сухорада Т.И., 2005; Гущина В.А.; Сологуб И.И., 2021).

Поэтому возрастает роль селекции в создание сортов конопли, не обладающих наркотическими свойствами. Вместе с тем современное производство нуждается в сортах конопли различного направления использования.

Технологическая адресность сортов становится основным фактором развития производства данной культуры. В этой связи главным направлением селекции конопли стало выведение низкоканныбиноидных форм, обладающих высокой продуктивностью, имеющих различное направление хозяйственного использования и устойчивых к неблагоприятным факторам среды (Серков В.А., 2012).

Таким образом, создание и оценка нового исходного материала для селекции безнаркотических сортов конопли с увеличенными параметрами хозяйственно полезных признаков и свойств, устойчивых к основным вредителям и болезням в условиях лесостепи Среднего Поволжья для различных направлений использования, является актуальной необходимостью.

**Степень разработанности проблемы.** Вопросам селекции безнаркотических сортов конопли в агроклиматических условиях Средневолжского региона активно занимаются последние полтора десятилетия, за этот период решены ряд вопросов методического характера. Наибольший вклад в развитие направления по созданию безнаркотических сортов конопли внесли работы В.А. Серкова (2010; 2011; 2012; 2017; 2018; 2022; 2023), в которых автор изложил основные принципы и методы создания безнаркотических сортов. Заслуживают интерес работы О.Н. Зелениной (2004; 2017), А.А. Смирнова (2011; 2017). Вместе с тем селекционный процесс требует постоянного вовлечения нового исходного материала для получения сортов, обладающих более высоким потенциалом урожайности и качества.

**Цель и задачи исследования** – создать и оценить новый исходный материал для селекции однодомной конопли посевной, обладающий безнаркотическими свойствами и хозяйственно ценными признаками, оптимально адаптированный к условиям Среднего Поволжья.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Установить генетическую удаленность сортов конопли среднерусского и южного экотипов, выраженную через параметры количественных признаков, и показать возможность получения на основе их скрещивания ценных рекомбинантных форм;

2. Определить общую сумму каннабиноидов и содержание тетрагидроканнабинола (ТГК) у новых гибридных комбинаций и идентифицировать формы, стабильно содержащие пониженное количество данных органических веществ;

3. Создать и оценить новый гибридный материал на устойчивость признака однодомности, определить морфологические параметры растений, показатели качества и рассчитать корреляционные взаимосвязи между хозяйственно важными признаками;

4. Оценить новые селекционные образцы на устойчивость к основным болезням и вредителям.

**Научная новизна диссертационного исследования.** Проведено научно-теоретическое обоснование подбора родительских пар для гибридизации, основанное на скрещивании среднерусского и южного экотипов конопли полевой, обладающих генетической разнокачественностью количественных признаков, что позволило создать в процессе работы новые высокопродуктивные безнаркотические сортообразцы с семенной продуктивностью 6,0–10,2 г на растение, содержанием масла 30,26–33,37%, выходом общего волокна 32,8%, а также гибридные комбинации с отсутствием обычной поскони.

Установлено, что подбор пар для гибридизации, основанный на скрещивании экологически отдаленных форм, обладающих генетической разнокачественностью, является эффективным приемом при создании гибридов с низким содержанием каннабиноидов (не более 2,309–0,269%). Особую ценность представляют сортообразцы с пониженным содержанием тетрагидроканнабинола (ТГК) 0,036–0,009%.

На основании установленных взаимосвязей между основными морфологическими признаками – высотой растений и технической длиной (коэффициент корреляции по годам исследования  $r=0,829$ ,  $r=0,806$ ,  $r=0,814$ ) сделан вывод, что отбор по показателю «высота растений» является потенциально эффективным приемом управления формообразовательным процессом у гибридов, от которого зависит показатель выхода волокна.

Для повышения эффективности селекционного процесса при создании новых сортов рекомендуется использовать в системе скрещиваний и отборов лучшие, выделенные автором в процессе работы образцы: с низким содержанием основных каннабиноидов О-8, О-17, К-11, К-1, О-7, З-4, О-14, К-6, О-4, К-7, О-15 и тетрагидроканнабинола С-1, О-9, К-4, З-4, О-12, К-11, О-5, О-4, О-15, К-7, К-6, О-14; отсутствием выщепления поскони Ю-1, О-11, К-8, К-1, О-16, К-5, О-4, О-3, О-17, О-14, З-3, К-6, О-5, З-6, О-15; высокой семенной продуктивностью С-1, К-1, З-1, К-4, О-18, Н-1, З-3, О-9, В-1, З-4 и содержанием масла в семенах О-16, О-4, С-1, Н-1, К-3, О-12, О-9, К-11, О-3, О-1, К-9, О-6; высоким выходом общего К-3, К-9, Ю-1, О-12, О-14, О-3, В-1, К-11, О-2, О-15, К-1, Н-1, С-1 и длинного волокна К-7, В-1, О-12; высокими значениями разрывной нагрузки чесанного волокна О-16, К-4; очень высокими значениями гибкости чесанного волокна З-3, что позволяет интенсифицировать процесс создания новых безнаркотических сортов конопли посевной разного направления использования.

Созданный с участием автора новый сорт безнаркотической конопли посевной Милена (АС №77809 выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 27.03.2020) с урожайностью семян (15,1 ц/га), содержанием масла в семенах (38%), год включения в Госреестр Российской Федерации 2020 для зон возделывания Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневожский (7), Нижневожский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10),

Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12) целесообразно классифицировать как сорт масличного направления использования (Приложение В).

**Теоретическая и практическая значимость работы** состоит в том, что научно обоснован подбор родительских пар, основанный на гибридизации наследственно разнокачественных форм по хозяйственно ценным признакам и свойствам, это позволяет целенаправленно вести формообразовательный процесс при создании безнаркотических сортов конопли различных направлений использования.

Получены новые селекционные формы, характеризующиеся высокими показателями основных хозяйственно полезных признаков и свойств. Новый исходный материал рекомендуется использовать в селекции безнаркотической однодомной конопли посевной с учетом направлений использования.

Создан ценный исходный материал, не обладающий наркотической активностью, который характеризуется низким содержанием тетрагидроканнабинола (ниже законодательно допустимого значения 0,1%). Выделен образец, у которого содержание ТГК в 2,7 раза ниже законодательно допустимого значения.

Выделено 15 новых гибридных комбинаций, которые характеризуются стабильным отсутствием поскони, что обеспечивает формирование более высоких показателей семенной продуктивности и однородности качества волокна.

Выявлены гибридные комбинации, превышающие сорт-стандарт по урожайным свойствам, а именно: семенной продуктивности в 1,3–2,8 раза, содержанию масла на 0,9%, выходом общего волокна на 3,0–3,3%.

Результаты, полученные в период проведения исследования и изложенные в диссертационной работе, имеют также прикладное значение для образовательного процесса. В связи с этим отдельная совокупность новых знаний используется в учебном процессе ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ» в рамках программ подготовки 35.03.04 Агронимия по дисциплинам «Основы



селекции и семеноводства», 35.04.04 Агронимия «Семеноведение полевых культур», «Семеноводство полевых культур», «Технология производства семян» (Приложение Г).

**Методология и методы исследования.** Методологическая база основана на совокупности полевых и лабораторных методов исследований, обеспечивающих достижение поставленной цели и решения задач исследований. Рабочая гипотеза основывается на глубоком и всестороннем анализе работ отечественных и зарубежных исследователей по проблеме селекции безнаркотических сортов конопли.

**Положения, выносимые на защиту:**

– принцип подбора родительских пар различных экотипов, обладающих генетической удаленностью, выраженной через параметры количественных признаков, обеспечивающий получение разнокачественного рекомбинантного материала;

– обоснование отборов новых гибридных комбинаций, стабильно характеризующихся пониженным содержанием в растениях каннабиноидов и тетрагидроканнабинола (ТГК), которые способствуют выявлению форм с законодательно допустимым содержанием ТГК не более 0,1%;

– характеристика нового гибридного материала и обоснование отбора форм с высоким проявлением однодомности и ценными морфологическими признаками растений, что позволяет целенаправленно вести формообразовательный процесс;

– характеристика нового гибридного материала однодомной конопли и отбор форм, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств, позволяющих целенаправленно реализовать потенциальные возможности перспективных форм в селекционной работе;

– устойчивость нового гибридного материала однодомной конопли к основным болезням и вредителям на естественном инфекционном фоне, что

позволяет провести браковку не устойчивых форм и рекомендовать лучшие из них для дальнейшей селекционной работы.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Результаты, полученные в период выполнения диссертационной работы, являются оригинальными и достоверными. Основываются на материалах многолетних исследований, выполненных с использованием общепринятых методических рекомендаций и ГОСТов, применяемых в селекции конопли посевной. Экспериментальные данные обработаны математическими методами вариационной статистики, корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов. Результаты сопоставимы с материалами по данной тематике, изложенными в других научных работах, что позволяет считать их достоверными, а заключение и рекомендации обоснованными.

Материалы диссертационной работы докладывались на VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ (Пенза, 2020), на Всероссийской научно-практической конференции «Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации» (Пенза, 2023; 2023а; 2023 б). Отчеты по материалам исследования ежегодно заслушивались на заседаниях кафедры «Селекция, семеноводство и биология растений» и Ученом совете агрономического факультета ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ (2018; 2019; 2020).

**Публикации результатов исследования.** Основные результаты диссертационного исследования нашли отражение в 12 печатных работах, 5 из которых в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

**Личный вклад соискателя** заключался в непосредственном выполнении всех этапов запланированного исследования. Обоснование рабочей гипо-

тезы, составление рабочей программы, формулирование цели и задач исследования, закладка полевых опытов, получение и анализ исходного материала, обобщение полученных результатов, формулирование выводов и предложений для практической селекции и производства. Соискатель самостоятельно проанализировал полученный материал исследования и представил в виде диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация включает введение, 4 главы, заключение, предложения для селекции и производства, перспективы дальнейшей разработки темы исследования, список литературы. Диссертация изложена на 162 страницах компьютерного текста, содержащего 41 таблицу, 23 рисунка, 4 приложения. Список литературы содержит 154 наименования, в том числе 7 в иностранных изданиях.

### **Список сокращений и условных обозначений**

АМП – агрометеопункт

ГТК – гидротермический коэффициент

КБД – каннабидиол

КБН – каннабинол

КБХ – каннабихромен

НИИСХ – Научно-исследовательский институт сельского хозяйства

РФ – Российская Федерация

ТГК – тетрагидроканнабинол

ФГБНУ – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

ЦЧО – Центрально-Черноземный округ

# 1 КОНОПЛЯ ПОСЕВНАЯ (*CANNABIS SATIVA* L.). БИОЛОГИЯ И СЕЛЕКЦИЯ КУЛЬТУРЫ (обзор литературы)

## 1.1 Особенности биологии и требования к условиям произрастания

Конопля относится к лубоволокнистым растениям с однолетним циклом жизни, возделывается для производства волокна и семян. Родина конопли – районы Гималаев. За 3000 лет своей истории конопля распространилась по всем континентам земного шара.

В систематике растений конопля относится к семейству *Cannabinaceae* (коноплевые) (Ярмоленко А.В., 1937; А.В. Лазарев, 2010). Наиболее детально семейство коноплевых описано С.Л. Эндлихером в 1837 году. Видовое разнообразие конопли различными авторами представляется по-разному. Так, О. Гейзер все формы конопли относит к одному виду *Cannabis sativa*. Т.Я. Серебрякова считает, что коноплю необходимо разделять на два вида: *Cannabis sativa* и *Cannabis indica*. Исследователь описывает несколько разновидностей для каждого из них (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963).

В настоящее время конопля включает три вида: конопля посевная, или культурная (*Cannabis sativa* L.), возделываемая на волокно и семена, конопля индийская (*Cannabis indica* Lam.) и конопля сорная (*Cannabis ruderalis* Janisch.), засоряющая посевы в Среднем и Нижнем Поволжье и Западной Сибири (Коломейченко В.В., 2007; Ториков В.Е., 2010).

Конопля посевная, включающая в себя лучшие местные сорта, а также существующие селекционные сорта конопли, подразделяют на три географические группы: северная, среднерусская и южная (Сенченко Г.И. и др., 1963; Шипунов А.Б., 2010).

Конопля северная относится к скороспелой форме. Произрастает в Архангельской области, Республике Коми, Карелии, Якутии и других северных районах. Растения этого типа характеризуется тонким стеблем, слабой ветвистостью, низкорослостью. Длина стебля в среднем составляет 50–80 см. Ли-

стья небольшого размера с малым количеством долей листовой пластинки. По окраске, величине и форме семена не отличаются от среднерусской конопля. Период вегетации северной конопля составляет 60–75 суток, что на 30–40 суток короче периода, чем у конопля в основных районах коноплеводства. Урожайность волокна и семян низкая. В связи с этим хозяйственное значение сортов невысокое. Ценность их заключается в адаптации растений к условиям севера и использовании в селекции как исходных форм для скрещивания (Хренников А.С., 1951; Ториков В.Е., 2010; Мищенко С. В., 2015).

Конопля среднерусского типа произрастает от 51 до 57° северной широты. Среднерусская конопля более высокорослая, имеет высоту примерно от 1,25 до 2 метров, листья средние с количеством долей от 5 до 9. Период вегетации 80–120 суток. Цвет семян светло-серый с массой 1000 семян 14–19 г. Растения в период созревания не осыпаются. Диаметр стебля средний со слабо выраженной шестигранной формой. Урожайность семян и волокна у сортов этой группы высокая (Смирнов А.А., Серков В.А. и др., 2011).

Конопля южной группы имеет широкое распространение. Сорты, относящиеся к этой группе, высокорослые, длина стебля 2–3 метра и больше; листья крупные, с количеством долей от 9 до 13. Семена серого и темно-серого цвета, в большинстве случаев с мозаикой. Масса 1000 семян 17–24 г. Период вегетации 140–160 суток (Тимонин М.А., 1984; Сухорада Т.И. и др., 2010).

Исследования конопля посевной в различных почвенно-климатических условиях свидетельствуют, что культура обладает высокой пластичностью и адаптивностью. Так, формы конопля, характеризующиеся как ветвистые, в загущенных посевах перестают ветвиться, и наоборот, не ветвящиеся формы в разреженных посевах ветвятся. Позднеспелые формы конопля южного экотипа, пересеваемые несколько лет в северных районах, становятся скороспелыми (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963; Мигаль Н.Д., 2014).

*Всходы* конопли имеют две семядоли и два зеленых листочка. Семядоли на первом этапе роста и развития растения играют роль источника запасных питательных веществ. С началом формирования настоящих листьев семядоли постепенно отмирают и опадают. Лист первой пары имеет однодольчатую форму с зубчатыми краями. Пластинка следующей пары листьев состоит из трех долей. Последующие пары листьев формируют число долей 11–13 в одном листе. По мере расположения листьев к вершине стебля размер листьев и количество долей становится меньше. Листья формируются небольшими однодольчатыми ланцетовидной формы пластинками. С нижней части растения и до соцветия расположение листьев на стебле супротивно, в верхней части стебля листья расположены поочередно (Наумкин В.Н., 2014). Редко встречаются растения с поочередным расположением листьев. Окраска листьев бывает светлой и может меняться до интенсивно-зеленой. Черешки и жилки листьев зеленые, но иногда могут иметь антоциановую окраску розового или фиолетового цвета (Тихвинский С.Ф., Доронин С.В., 2007). Величина листовых пластинок является сортовым признаком. Развитые листья среднерусских сортов конопли имеют 5–7 долей, сорта южного экотипа 10–12. Посконь имеет меньшее число долей (Ториков В.Е., 2010; Мигаль Н. Д., Кец И.Л. и др., 2014, Димитриев В. Л., Шашкаров Л. Г., Чернов А.В., 2022).

*Стебель* конопли из всех частей растения имеет наибольшее значение как источник получения волокна (Александрова Л. Н., 2017; Попов Р.А., Перов Г.А., 2020). Стебель представляет сложную совокупность тканей, дифференцированных по расположению в стебле и выполняемым функциям. На периферии находится эпидермис с целлюлозной оболочкой – покровная ткань, покрытая кутикулой. Затем располагается первичная кора, состоящая из колленхимы, коровой паренхимы и эндодермиса. За первичной корой следует твердый луб, который состоит из клеток первичных и вторичных лубяных волокон. Первичные лубяные волокна являются главными. Это прядильные волокна, продукт, ради которого возделывается конопля (Александрова

ва Л.Н, Ефейкин Д.П., 2012). В центральной части стебля находится сердцевина, которая обычно не заполнена тканями и представляет собой полость. Длина элементарных лубяных волокон не одинаковая, обычно первичные волокна 8–60 мм, вторичные не более 4 мм. Считается, чем меньше размер элементарного волокна конопли в поперечном сечении и внутренний просвет, тем качество волокна выше (Александрова Л.Н., 2017). Коноплю по длине элементарного волокна относят к средневолокнистым культурам.

Удельный вес стебля конопли 60–65% от общей сухой массы растения. Остальные 35–40% – корни, листья и семена. Это соотношение является примерным и зависит от различных условий выращивания (Давидян Г.Г., 1979).

При разреженных посевах очень резко увеличивается доля листьев и семян в общем весе растения, при загущенных – больший удельный вес падает на стебли. Стебель конопли в загущенных посевах совершенно не ветвится и только в верхней части обнаруживается слабое развитие цветоносных побегов, которые образуют соцветия с мужскими или женскими цветками. В пазухах листьев при редкой густоте стояния растений развиваются цветочные побеги и стебли начинают ветвиться (Серков В.А., 2012). С целью повышения общей длины метелки и технической длины стебля на конопле рекомендуют выполнять чеканку, которая способствует росту продуктивной ветвистости растений в 1,3–2,2 раза. Чеканку можно проводить на широко-рядных посевах конопли при выращивании на двустороннее использование или только для получения семян (Серков В.А., Сальников С.В., 2009; Серков В.А. и др., 2012).

Узлы, разделяющие стебель как бы на отдельные части, у конопли слабо выражены по сравнению с другими растениями. Длина междоузлий варьирует от 5 до 40 см. Растения с длинными междоузлиями и тонким стеблем характеризуются в большинстве случаев длинным элементарным волокном.

Длина конопляного стебля и его диаметр в пределах одного и того же сорта сильно варьируют в зависимости от условий произрастания и направле-

ния культуры. К факторам, определяющим высоту стеблей конопли, относятся: сорт, пищевой и водный режим почвы, свет, температура и др. (Мигаль Н.Д., Кец И.Л. и др., 2014; Смирнов А.Н., Жукова С.В. и др., 2021).

На толщину стебля в сильной степени влияет густота посева: в загущенных посевах диаметр стебля значительно меньше, чем в разреженных (Александрова Л. Н., 2012). Основная масса созревшего стебля конопли состоит из древесины, составляющей 60–70% общего веса стебля, а остальная часть приходится на луб (кору), в котором залегают волокна. Удельный вес волокна по отношению к воздушно-сухому стеблю варьирует от 10 до 25%. Содержание волокна в стебле в значительной степени зависит от сорта, нормы высева, толщины стебля, удобрений, влаги и других факторов роста (Николаева Е.А., 2020; Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Яковлева М.И., 2018).

*Корневая система* конопли состоит из главного стержневого корня и боковых корней. От главного корня идут корешки первого и второго порядка. Главный корень проникает в почву на глубину до 2-х метров и больше, а боковые корни первого порядка до 80 см. Развитие корневой системы зависит в значительной степени от физиологического состояния растения, почвы, уровня грунтовых вод и сорта конопли. Основная масса корней развивается в слое до 40 см. Корни поскони по массе в 2–3 раза меньше корней матерки (Ториков В.Е., 2010; Наумкин В.Н., 2014).

В сравнении с надземной массой корневая система конопли развита слабо, что является одной из причин, обуславливающих высокую требовательность конопли к плодородию почвы. Более развитая корневая система у сортов южной конопли, а также более продолжительный период вегетации этих сортов обуславливают их меньшую требовательность к пище и влаге, чем требовательность сортов среднерусской конопли, которые в короткий промежуток времени, имея менее развитую корневую систему, должны обеспечить создание большой надземной массы растений (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963; Гущина В.А.; Смирнов А.Д., 2022).



Конопля – однолетнее травянистое, прямостоячее, обыкновенно двухдомное растение, но встречаются и однодомные формы (Вавилова П.П., 1986). Женские и мужские цветки конопли размещаются на двух обособленных растениях, которые отличаются по морфологическому строению, а также биологическим и хозяйственными особенностями (Мигаль Н.Д., Кец И.Л. и др., 2014). Растения конопли с мужскими цветками называются посконью, а с женскими – матеркой. По данным Торикова В.Е., в посевах количество мужских и женских растений примерно одинаковое. По сравнению с матеркой посконь более тонкостебельная, менее облиственная и раньше созревает. Поэтому доля их в урожае различна. Посконь дает не более 33, а матерка – 66% общего урожая волокна.

*Цветки мужских* растений собраны в соцветия типа метелки – небольшие рыхлые кисти на боковых ветвях и вершине стебля. Мужской цветок состоит из цветоножки, пятилистного желто-зеленого околоцветника и пяти тычинок с длинными пыльниками, прикрепленными к тонким нитям.

*Женские цветки*, так же как и мужские, располагаются у основания ветвей, выходящих из пазухи листьев. Ветви первого, второго и третьего порядка у матерки более укорочены, чем у поскони, и соцветие имеет более компактную форму, чем у поскони. Цветки матерки состоят из однолистного покрова, пестика с одногнездной завязью и двумя нитевидными перистыми рыльцами (Ториков В.Е., 2010).

*Плод* – односемянный двустворчатый орешек светло-серой окраски, часто с мозаичным рисунком. Масса 1000 семян 9–25 г. Семена разных форм и сортов имеют длину 4,49–5,21 мм, ширину – 3,3–4,1 мм и толщину – от 2,65 до 3,30 мм. Их цвет определяется двумя составляющими – общим фоном окраски оболочки (от светлой до темно-серой) и мозаичным рисунком, который накладывается на основной фон (Сенченко Г.И., Тимонина М.А., 1978; Ториков В.Е., 2010; Мигаль Н.Д., 2014; Наумкин В.Н., 2014). Послеубороч-

ное дозревание семян продолжается 20–30 дней, при влажности семян 10% хорошая всхожесть сохраняется в течение 3–4 лет (Серков В.А., 2012).

Важной биологической особенностью конопли является неравномерность ее роста. Фенологические фазы развития конопли тесно связаны с требованиями к теплу, влаге, свету и с половыми типами растений. Выделяются основные фенофазы, которые можно легко и точно фиксировать визуально: массовые всходы, начало бутонизации, начало цветения, конец цветения (поскони) и спелость матерки; массовые всходы, начало цветения, спелость растений – для однодомной конопли. Фазы бутонизации, начало цветения и конец цветения отмечаются по состоянию развития мужских цветков, поскольку названные фазы развития растений выявлять по мелким, едва заметным женским цветкам очень сложно. Начало и конец цветения мужских и женских цветков поскони и матерки двудомной конопли приблизительно совпадают, но при этом растения поскони отмирают одновременно с отцветанием, а матерка продолжает развиваться и созревать в течение 25–40 дней (Мигаль Н.Д., 2014). Среднерусская конопля интенсивно растет от начала бутонизации до массового цветения, примерно 30–40 суток, при общей длине вегетационного периода 100–110 суток. Южная конопля интенсивно растет на протяжении 70–80 суток, при общей длине вегетационного периода 130–150 суток. В период интенсивного роста требуется благоприятное сочетание всех факторов роста. Если в этот период конопля не будет обеспечена в достаточном количестве питательными веществами, влагой и теплом, то это отрицательно скажется на урожае волокна и семян (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963; Смирнов А.Д. и др., 2020).

Наряду с питательными веществами и влагой очень большое значение имеют температурные условия. Семена конопли начинают прорастать при температуре 1–2 °С, всходы появляются при температуре 8–10 °С. Многолетние исследования показали, что всходы не боятся заморозков. В период от посева до начала бутонизации конопля не гибнет от кратковременных замо-

розков  $-5$ ,  $-6$  °С. Если в самом начале развития конопля способна переносить кратковременное понижение температуры, то в период интенсивного роста она весьма сильно реагирует на температурные условия и интенсивно растет только в теплые дни. Оптимальная температура для роста и развития конопля 18–20° (Бутяйкин В.В., Истихин С.В. и др., 2014; Серков В.А., Смирнов А.А., Бакулова И.В. и др., 2018).

Влияние температуры на рост конопля находится в тесной связи с влажностью почвы. Наиболее интенсивный рост конопля наблюдается только в тех случаях, когда при высокой температуре воздуха имеется достаточное количество влаги в почве. Отсутствие влаги в почве приводит к сильному угнетению растений. Они прекращают рост, увядают и частично сбрасывают листья. Конопля является культурой, которая предъявляет повышенное требование к почвенной влаге. По расходу воды конопля занимает одно из первых мест среди ряда других однолетних культур. Южная конопля экономнее расходует влагу, чем среднерусская. Украинские ученые обнаружили в тканях листьев растений конопля посевной клетки, имеющие механизмы, которые защищают цитоплазму от потери воды. Эта биологическая особенность характерна для южных сортов, которые способны после восстановления водного баланса продолжать вегетацию (Кабанец В.М., 2020 (а)). Расход влаги в течение вегетационного периода в зависимости от фазы развития значительно изменяется. При этом наибольшее количество воды коноплей расходуется в период от бутонизации до созревания поскони. В зависимости от обеспеченности конопля влагой в различные периоды ее развития урожай и выход волокна сильно изменяются. Наиболее сильно конопля реагирует на изменение влажности в период от бутонизации до цветения, то есть в период самого интенсивного роста (Малявин Е.К., Ражина Е.В., 2022). Уменьшение влажности в период от бутонизации до цветения сопровождается резким снижением урожая (Гущина В.А., Смирнов А.А. и др., 2020).

Многочисленными опытами доказано, что все формы конопли, за исключением северной, являются растениями короткого дня, что свидетельствует о южном ее происхождении (Бутяйкин В.В., 2013, Наумкин В.Н., 2014). Многочисленными опытами по изучению влияния укороченного дня на рост и развитие конопли установлено, что под воздействием укороченного дня южные сорта сокращают свой вегетационный период на 40–50% и больше, среднерусские на 20–25%, а северная конопля совсем не изменяет длину вегетационного периода. Таким образом, самая короткая световая стадия характерна для северной конопли, а самая продолжительная – для южной.

Результаты многочисленных опытов по изучению влияния света и температуры на рост и развитие конопли в искусственных условиях подтверждаются практикой сельскохозяйственного производства. Южные сорта конопли, выращиваемые в более северных районах, дают хороший рост стебля, но очень отстают в своем развитии и, как правило, только частично созревают или совсем не образуют семян. Однако полученные семена южной конопли в этих условиях при повторных посевах дают нормально и ежегодно созревающее потомство. Результаты исследований по вопросам влияния света на рост и развитие конопли, а также производственная практика коноплеводов позволяют сделать вывод, что основным фактором в процессе акклиматизации конопли является свет (Сенченко Г.И. и др., 1963; Ториков В.Е., 2010).

Для нормального роста и развития растениям конопли необходимо постоянное содержание в почве всех элементов питания в достаточном количестве (Наумкин В.Н., 2014). Наиболее полно этим требованиям отвечают поймы рек, окультуренные торфяники, почвы пониженного рельефа с нейтральной или слабощелочной реакцией, легкие и средние по гранулометрическому составу (Серков В.А. и др., 2011; Исламгулов Д.Р., Бикбаева Г.Г., 2021). Для обеспечения высокого урожая под коноплю вносят большие дозы удобрения, чем под многие другие культуры (Давидян Г.Г., 1979).

Поскольку наиболее интенсивно процесс образования органического вещества у конопли идет в первый период вегетации (Исламгулов Д. Р., Бикбаева Г.Г., 2021), то в этот период и необходимо создавать благоприятные условия для растений с целью получения высокого урожая. Благоприятные условия во второй период вегетации коноплей используются менее эффективно, чем в первый, так как в этот период прирост органического вещества выражен значительно слабее, а у среднерусских форм конопли он выражен совсем слабо. Южная конопля очень сильно отзывается на удобрения и по своим биологическим особенностям способна их более эффективно использовать, при этом она использует благоприятное сочетание условий роста и во второй период вегетации, когда среднерусская конопля прекращает рост (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963).

Таким образом, формирование максимального урожая волокна и семян конопли происходит при наличии достаточного количества питательных веществ, влаги и оптимальных температур, а агроклиматические условия Пензенской области вполне благоприятны для ее возделывания.

Конопля является раздельнополым двудомным растением (Мигаль Н.Д., Кмец И.Л., Ступак Т.И., 2014). Мужские растения конопли отличаются от женских как по основным признакам пола, так и по ряду морфологических, анатомических, физиологических и других особенностей. В начале развития различить мужские и женские растения невозможно. Внешние морфологические различия определяются в период появления бутонов на мужских растениях (Серков В.А., Хрянин В.Н., Зеленина О.Н., 2017).

Числовое соотношение полов у конопли равно 1:1. В посевах обычной конопли в отдельных случаях наблюдается возврат к уже утраченным в процессе эволюции формам, в частности появление гермафродитных и однодомных растений. Последние крайне разнообразны по количеству и расположению цветков противоположного пола. Наряду с растениями, у которых образуются лишь единичные цветки другого пола, встречаются экземпляры со

значительным количеством этих цветков, расположенных в пазухах листьев, разбросанных по всему соцветию или находящихся на отдельных веточках, а также растения с обоеполыми цветками (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963).

Благодаря усилиям селекционеров получены сорта однодомной конопли, которые занимают в нашей стране большую часть всей посевной площади, занятой под этой культурой. Во ВНИИМК выведены сорта однодомной конопли, образующие на одном растении мужские и женские цветки, а также сорта одновременно созревающей конопли. При выращивании этих сортов отпадает необходимость в ручной выборке поскони, что дает возможность полностью механизировать их уборку (Ториков В.Е., 2010).

Однодомная конопля, в отличие от двудомной, полиморфна, высоколабильна и характеризуется тем, что в сортопопуляции на диплоидном уровне насчитывается до 15 основных и промежуточных половых типов. Фенотипическое разнообразие растений однодомной конопли определяется в зависимости от габитуса растений и соотношения различных типов цветков (мужских, женских и обоеполых) в соцветиях (Мигаль Н.Д., 1992; Степанов Г.С. и др., 2011). В селекционной практике и производственном плане наиболее ценными являются три половых типа однодомной конопли: однодомное растение с преобладанием мужских цветков над женскими, идеальное однодомное растение, однодомное растение с преобладанием женских цветков над мужскими (Елисеева Л.В. и др., 1999; Серков В.А. и др., 2017).

Недостатком однодомной конопли является то, что в результате переопыления посконью двудомной конопли она утрачивает признак однодомности. Учитывая способность растений поскони давать необычайно большое количество пыльцы, которая к тому же более конкурентоспособна по сравнению с пыльцой однодомных половых типов, становится очевидной необходимость строгой пространственной изоляции (Серков В.А. и др., 2018).

Конопля – ветроопыляемый перекрестник (Степанов Г.С. и др., 2005; Дмитриев В.Л. и др., 2021; Дмитриев В.Л., Шашкаров Л.Г. и др., 2023). Пыльца конопли переносится потоками воздуха на расстояние 3–5 км, до 9–12 км и до 15 км. При этом известно, что пыльца конопли в обычных условиях сохраняет жизнеспособность в течение двух суток (Демкин А.П., Астахова А.В., 1952; Демкин А.П., 1967; Демкин А.П., Бондаренко А.Д., 1979).

Способность конопли к формированию огромного количества пыльцы – следствие исторического развития данного вида. Рыльца женских цветков игловидные, едва заметные, а пыльцевые зерна мелкие. Поэтому вероятность попадания пыльцы на рыльце очень низкая. Такое несоответствие компенсируется тем, что растения конопли воспроизводят много пыльцы, которая легко разносится ветром (Кобзарь В.Н., 2023).

Пыльца половых типов однодомной конопли используется менее эффективно в сравнении с пыльцой двудомной конопли. Вследствие плотного расположения мужских цветков в соцветии у однодомных растений значительная часть пыльцевых зерен не высыпается из пыльников. Кроме того, у однодомной феминизированной пскони большое количество тычиночных цветков раскрывается поздно. Появившиеся в это время женские цветки хотя и оплодотворяются, однако семена не успевают созреть. У двудомной конопли периоды цветения мужских и женских цветков совпадают. Псконь зацветает примерно одновременно с матеркой, интенсивно пылит в период цветения женских цветков, а затем отмирает. Матерка вскоре после этого тоже прекращает цветение, но продолжает развитие в связи с формированием и созреванием семян (Мигаль Н.Д., 1992).

Кроме «чужеопыления», для однодомной конопли свойственно обусловленное выщепление пскони, которая, как и псконь двудомной конопли, служит причиной потери признака однодомности в потомстве. Псконь, появившаяся в посеве однодомной конопли как в результате «чужеопыления», так и вследствие спонтанного мутирования генетических факторов по-

ла половых хромосом, должна браковаться до начала ее цветения, что является важным условием сохранения признаков однодомности в потомстве. Даже одно оставшееся растение поскони в посеве однодомной конопли может заметно изменить соотношение половых типов в последующей генерации (Демкин А.П., 1967).

Знание фенотипических различий растений конопли в фазе бутонизации чрезвычайно важны для использования их при проведении своевременной и эффективной браковки негативных половых типов, чтобы не допустить нежелательного опыления растений.

Признак однодомности конопли неустойчив. В связи с этим посевы однодомной конопли высших репродукций должны выращиваться изолированно от посевов низших репродукций. Сортопрочистка однодомной конопли является очень важным селекционно-семеноводческим приемом. В обоснованный период должна проводиться браковка поскони, определяется их кратность и интервал между ними (Сустрина В.Э., 1967; Серков В.А. и др., 2018).

## **1.2 Методология селекционного процесса однодомной конопли и достижения селекции**

Селекционная работа с коноплей в нашей стране началась в 1925 году на Шатиловской опытной станции. Одним из первых этапов селекционной работы было изучение многообразия местных сортов и выявления лучших из них. Значительная селекционно-семеноводческая работа в период до середины прошлого столетия была проведена в нашей стране, прежде всего с южной коноплей. В результате акклиматизации итальянской конопли и селекционно-семеноводческой работы был получен первый отечественный сорт южной конопли – Южная краснодарская. Наряду с селекционной работой в нашей стране стали широко изучать биологию и генетику культуры, методику и технику гибридизации и другие вопросы. Внимание многих селекционеров было привлечено к устранению двудомности конопли и неодновременности созревания матерки и поскони.



Методы селекционной работы с коноплей, как и с любой сельскохозяйственной культурой, определяются биологическими свойствами растения, а также требованиями, которые к ней предъявляет сельскохозяйственное производство. Конопля является строгим перекрестноопыляющимся растением (Степанов Г.С. и др., 2005; Дмитриев В.Л. и др., 2021; Дмитриев В.Л., Шашкаров Л.Г. и др., 2023). Наиболее доступными приемами селекции являются гибридизация и направленный отбор растений. В селекционной работе применяются в основном два метода отбора – массовый и семейственно-групповой (Сенченко Г.И., Аринштейн А.И., Тимонина М.А., 1963; Сухорада Т.И., 2005; Мищенко С.В., Лайко И.М., 2016).

Основной задачей селекционной работы с коноплей является выведение высокоурожайных по волокну и семенам сортов однодомной или одновременно созревающей конопли, а также высокоурожайных гетерозисных гибридов, приспособленных к различным зонам коноплесения, устойчивых к болезням и вредителям, не обладающих наркотическими свойствами. Кроме того, новые селекционные сорта конопли во всех зонах коноплесения, где предполагается их районирование, должны быть более скороспелыми или равными по данному признаку районированному сорту, иметь выровненный по высоте и созреванию стеблестой, отличаться пониженной осыпаемостью семян, иметь высокое содержание общего волокна и низкое содержание вторичного волокна, быть отзывчивыми на удобрения и устойчивыми к полеганию. Впервые в истории селекции за решение этого сложного вопроса взялись советские ученые Н.Н. Гришко, В.Н. Левченко и др. (Аринштейн А.И., 1965).

В качестве исходного материала для селекции конопли используются ценные селекционные сорта отечественного и зарубежного происхождения, естественные популяции (местные сорта), а также дикая форма конопли различных географических зон, разнообразный гибридный материал, полученный от межсортовых и межсеме́йственных скрещиваний, самоопыленные линии (инцухт-линии), а также искусственные мутанты и полиплоидные формы. Все

сорта, популяции, географические формы, привлекательные для селекционной проработки в зависимости от наличия семян, изучаются в коллекционном или контрольном питомнике, а также на провокационных фонах. Обращается внимание на продолжительность вегетации, особенности биологии, а также на их хозяйственные качества. Известный сорт может служить исходным материалом для отбора или гибридизации. Если выявляются сорта, устойчивые к тем или иным вредителям, то их необходимо использовать для гибридизации с растениями, обладающими другими хозяйственно-ценными качествами (Сенченко Г.И., 1965; Сенченко Г.И., 1980).

В зависимости от поставленной задачи подбирают родительские формы для скрещиваний. При этом должны учитываться их эколого-географические особенности, продолжительность вегетационного периода, морфологические, биологические и хозяйственно ценные признаки.

Основными методами гибридизации являются:

- а) принудительное скрещивание под индивидуальными или групповыми изоляторами растений или семей;
- б) ограниченно-свободное межсортовое скрещивание на изолированных участках.

В настоящее время находят применение групповые изоляторы из синтетических нетканых материалов. Они свободно пропускают дневной свет, влагу и создают условия, близкие к естественным (Мищенко С.В. и др., 2016).

Оба способа опыления требуют соблюдения условий, препятствующих проникновению посторонней пыльцы. Чтобы добиться под изоляторами одновременного цветения родительских сортов, имеющих различный вегетационный период, необходимо сеять их в разное время. При парных скрещиваниях растений как однодомной, так и двудомной конопли в начале цветения ставят изоляторы из синтетических укрывных материалов. Через несколько дней эти растения осматривают и, если есть оплодотворенные завязи, их уда-

ляют, затем на рыльца наносят заранее подготовленную пыльцу отцовского сорта. После этой операции снова одевают изолятор. Во время цветения заизолированные растения продолжают интенсивно расти. Верхушки растений упираются в дно изолятора, деформируются и часто обламываются. Чтобы избежать травмирования, в утренние часы проводят подтягивание изоляторов. Эту операцию повторяют через каждые 3–4 дня. Все растения под изоляторами за время вегетации просматривают несколько раз. Растения, на соцветиях которых образовалось много вытянувшихся и видимых рылец, опыляют повторно.

Ограниченно-свободное опыление проводят на отдельных площадках, изолированных от других посевов конопли. Получение исходного материала этим методом нашло широкое применение в селекции как двудомной, так и однодомной конопли.

При селекции однодомной конопли обычно в качестве материнского сорта используют сорт двудомной конопли. В этом случае удаляется посконь до начала цветения растений. В качестве отцовского сорта берётся однодомная конопля, до начала цветения тщательно бракуются нетипичные однодомные растения, а также обычная посконь. В одном питомнике можно размещать несколько материнских сортов и один отцовский сорт-опылитель. Материнские и отцовские сорта размещают, как правило, чередуясь рядами в зависимости от целей и объемов скрещивания.

При скрещивании сортов, которые созревают на семена полностью или хотя бы частично и имеют различный вегетационный период, необходимо, в первую очередь, высевать позднеспелые сорта, а спустя несколько дней – скороспелые сорта. В тех случаях, когда в качестве одного из родителей используется сорт, не созревающий на семена в данных условиях, необходимо применять фотопериодическое воздействие. Растения позднеспелого сорта в период образования 2–3 пар настоящих листьев переводят на восьмичасовой световой день, накрывая их непросвечивающими ящиками или колпаками.

Такое воздействие продолжают до тех пор, пока не произойдет массового образования рылец. Появляющиеся при этом в материнском сорте мужские растения удаляют до раскрытия бутонов.

Полученные при скрещивании сортов двудомной и однодомной конопли гибридные семена дают на следующий год потомство, состоящее в основном из растений обычной мамы. Поэтому для получения семян следующего гибридного поколения необходимо проводить насыщающую гибридизацию так же, как в первый год. Стеблестой гибридов второго поколения состоит уже из различных половых типов, несущих в своих соцветиях женские и мужские цветки. В полученных гибридных популяциях одна половина стеблестоя состоит из однодомных растений, а другую часть составляют женские растения с незначительной примесью растений обычной мамы.

На основе изучения биологических особенностей конопли и многолетней селекционной работы наиболее эффективным методом селекции следует считать семейственно-групповой отбор. Массовый отбор по эффективности уступает семейственно-групповому и применяется чаще всего при выращивании семян высоких репродукций. Индивидуально-семейственный отбор у конопли применяется реже (Сенченко Г.И., 1980; Лайко И.М., Мищенко С.В., 2013).

В истории отечественной селекции конопли посевной отмечается несколько характерных этапов: первый – создание двудомных сортов с повышенным содержанием волокна; второй – выведение высокопродуктивных сортов однодомной конопли; третий – создание урожайных сортов, не обладающих наркотическими свойствами (Григорьев С.В., 2015; Сенченко Г.И., 1978).

С 80-х годов прошлого столетия начинается работа ученых над созданием сортов конопли с низким содержанием тетрагидроканнабинола (ТГК). Это запрещенное вещество, которое оказывает наркотическое действие. В результате были созданы высокоурожайные сорта конопли среднерусского и южного экотипов, в которых содержание ТГК составляло менее 0,1%.

В процессе селекционной деятельности с однодомной коноплей посевной пристальное внимание уделялось признаку однодомности. Этот признак генетически неустойчив, и без специальных селекционно-семеноводческих приемов его поддержания в потомстве однодомная конопля через три-четыре поколения почти полностью превращается в двудомную. Пока не созданы сорта однодомной конопли, стабилизированные по этому признаку, и выщепление обычной поскони в современных сортах варьируется в зависимости от репродукции от 0,2–0,8 и более процентов (Серков В.А., Зеленина О.Н., 2011; Серков В.А., Зеленина О.Н., Климова Л.В., 2016; Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н., 2011).

Для вида *Cannabis sativa* L. характерной генетической особенностью является доминирование двудомности и высокого содержания тетрагидроканнабиола – признаков, которые в популяции однодомных растений необходимо снижать до нуля. Другие ценные хозяйственные признаки не связаны с ними и преобладают над нежелательными свойствами растений (Нимченко П.В., Сухорада Т.И., 1996).

Таким образом, определяющим направлением селекции конопли посевной за последние 25 лет являлось выведение новых высокоурожайных сортов с содержанием ТГК менее 0,1% различных направлений хозяйственного использования, обладающих комплексом необходимых признаков и свойств (Базанов Т.А., 2021).

Первые селекционные безнаркотические сорта среднерусской однодомной конопли в основном созданы в результате межсортовой гибридизации между образцами данного экотипа. Поэтому, при относительной скороспелости и повышенной семенной продуктивности, количественные и качественные параметры урожая волокна этих сортов были средними. В то же время сочетание в одном сорте (гибриде) достоинств среднерусской и южной конопли допускало совмещение в одном генотипе признаков высокой семенной продуктивности и скороспелости с высокими показателями урожая стеблей и выхода

качественного волокна (Степанов Г.С., 1977; Лайко И.М., Ситник В.П., Вировец В.Г., 2000).

Традиционные методы селекции, применяемые в создании новых безнаркотических сортов (внутривидовая гибридизация с разными схемами скрещивания, многократный семейственно-групповой отбор, индивидуальный отбор), позволили вывести ряд среднерусских и южных сортов посевной конопли, внесенных в Госреестр РФ (Серков В.А., Климова Л.В. и др., 2020; Серков В.А. и др., 2023).

Наряду с традиционными перспективным методом получения ценного исходного материала для селекции однодомной конопли является гибридизация среднерусских форм с южными. В связи с чем вовлечение в скрещивания селекционных сортов южной конопли, обладающих рядом положительных качеств, отсутствующих у среднерусских биотипов, перспективно в целях получения ценного исходного материала для селекции высокопродуктивных однодомных форм (Шабельный М.М., Семьнин С.А., 2009; Сухорада Т.И., 2005; Сухорада Т.И., Шабельный М.М., Семьнин С.А., Пройдак М.Н., 2010; Сухорада Т.И., Пройдак М.Н., Шабельный М.М., Григорьев С.В., 2010).

Валько Н.С. считает, что значительно больший практический интерес представляют гибриды от скрещивания двудомной конопли с однодомной (Валько Н.С., 1961).

Имеющиеся в селекционной практике экспериментальные данные свидетельствуют, что при скрещивании двудомных форм с однодомными гибриды F<sub>1</sub> заключают в себе качества однодомной (скороспелость, однородность посева и дружность созревания растений) и двудомной (урожайность соломки и содержание качественного волокна) конопли, одновременно проявляя гетерозис по семенной продуктивности (Сенченко Г.И., 1959; Сенченко Г.И., 1965; Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978; Сенченко Г.И., Жатов А.И., Вировец В.Г., 1980; Bredemann G., 1961; Johansen B.R., 1967).

Известен способ селекции растений конопли, включающий целенаправленную гибридизацию и формирование родоначальных растений, многократную оценку их по комплексу признаков и свойств в селекционных питомниках и дифференциацию лучших из них для создания новых сортов. Для получения селекционного материала с пониженным содержанием каннабиноидов отбирают перспективные особи по признаку, учитывающему количество железистых волосков на прицветниках, которое обратно пропорционально количеству накапливаемых в растениях нежелательных соединений каннабиноидов (Вировец В.Г. и др., 1985).

Недостатком данного известного способа является то, что он длителен, требует 12–15 лет проведения селекционных работ, что приводит к значительным материальным и трудовым затратам.

Степанову Г.С. удалось достигнуть сокращения сроков селекции, материальных и трудовых затрат, получить селекционный материал с улучшенными хозяйственно ценными признаками. Достигается это тем, что в способе селекции растений конопли, включающем выращивание растений в условиях естественного климата, оценку качественного селекционного материала и его отбор по количеству железистых волосков на прицветниках, отличительной особенностью является то, что выращивание и отбор в условиях естественного климата чередуют с его выращиванием и отбором в таких условиях искусственного климата, которые интенсифицируют накопление каннабиноидов в растениях (Степанов Г.С., 1997).

Многими селекционерами ставился вопрос установления особенностей наследования признаков различных эколого-географических типов у реципрокных сортолинейных, линейносортовых и межлинейных гибридов конопли, а именно: к какому типу следует относить тот или иной гибрид, за счет каких факторов наблюдается эффект гетерозиса и т.п. (Серков В.А. и др., 2023).

Среди вариантов скрещиваний в пределах среднерусского эколого-географического типа наилучшим образом проявили себя межлинейные гибриды, а при скрещивании отдаленных среднерусского и южного типов – сортолинейные и линейносортные. В последнем случае эффект гетерозиса более выражен; полного наследования продолжительности вегетационного периода материнской или отцовской формы не наблюдается, скорее оно промежуточное, но более сходное с материнской формой и тяготеет к продолжительному периоду. По характеру наследования селекционных признаков данные гибриды можно отнести как к южному типу, так и среднерусскому, но в последнем случае – с более продолжительным периодом вегетации (Мищенко С.В., 2015).

Одним из ведущих научных учреждений, более 90 лет занимающимся комплексными исследованиями в области селекции, семеноводства и разработок по агротехнике возделывания культуры, является Пензенский НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». За последние 15 лет в учреждении созданы новые безнаркотические формы однодомной конопли среднерусского экотипа двустороннего (сорта Сурская, Надежда, гибрид Масленок) и зеленцового (сорт Вера, гибрид Славянин) направлений использования. В настоящее время сортами селекции учреждения засеваются до 85% площадей, занятых под культурой в Российской Федерации. Преимуществами новых сортов и гибридов однодомной конопли являются следовое содержание основных каннабиноидов в растениях и низкое содержание обычной пискони в посевах семян высших репродукций (Серков В.А., 2004; Серков В.А., Зеленина О.Н., 2011; Серков В.А., Зеленина О.Н., Климова Л.В., 2016; Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н., 2011; Серков В.А., Климова Л.В., Данилов М.В., 2018; Серков В.А., Александрова М.Р., Смирнов А.Д., 2018; Прахова Т.Я., Бакулова И.В., Мустюков А.Е., 2020).

20 июля 2007 года вышло Постановление Правительства РФ № 460 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешённых для культи-



вирования в промышленных целях, требований к таким сортам и к условиям их культивирования». Данное Постановление позволило выращивать сорта конопли в России для промышленных целей, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений и содержащих в сухой массе листьев и соцветий верхних частей растений не более 0,1% ТГК. При этом запрещено использовать для посева в промышленных целях семена сортов конопли четвертой и последующих репродукций (Постановление Правительства РФ № 460 от 20 июля 2007 года).

С выходом этого Постановления в Российской Федерации интерес к культуре стал возрастать. Ежегодно увеличиваются посевные площади, занятые коноплей. Разрабатываются современные технологии, позволяющие перерабатывать коноплю и использовать ее в различных направлениях, в том числе инновационных.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 6 февраля 2020 г. N 101 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования для производства используемых в медицинских целях и (или) ветеринарии наркотических средств и психотропных веществ, для культивирования в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, а также требований к сортам и условиям их культивирования» разрешено выращивание в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, конопли с содержанием в сухой массе листьев и соцветий верхних частей одного растения массовой доли тетрагидроканнабинола в размере, не превышающем 0,1%. При этом для культивирования в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, не разрешается использовать для посева семена сортов конопли четвертой и последующих репродукций и семена сортов мака снотворного второй и последу-

ющих репродукций (Постановление Правительства РФ от 6 февраля 2020 г. N 101; Гущина В.А., Сологуб И.И., 2021).

В настоящее время Государственный реестр селекционных достижений включает в себя 28 сортов и 5 гибридов конопли посевной, допущенных к использованию на территории РФ. Все сорта и гибриды могут возделываться на основании Постановления Правительства РФ от 06.02.2020 N 101 "Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования для производства используемых в медицинских целях и (или) ветеринарии наркотических средств и психотропных веществ, для культивирования в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, а также требований к сортам и условиям их культивирования».

Однако широкое распространение в различных регионах коноплесейя получили только три сорта конопли посевной селекции Пензенского НИИСХ – Сурская (2005), Вера и Надежда (2009), которые ежегодно занимают от 65 до 80% площадей, засеваемых культурой в нашей стране. Эти сорта отличаются повышенными параметрами ряда ценных хозяйственно полезных признаков: семенной продуктивностью, выходом общего и длинного волокна, содержанием масла, устойчивостью к ряду специфических для этой культуры патогенов (прежде всего корневым гнилям). Однако существенным недостатком вышеуказанных сортов является неустойчивость признака одностомности, то есть все они предрасположены к выщеплению обычной поскони – нежелательного морфотипа, способного без проведения многократных и регулярных сортопрочинок привести к реверсированию одностомной конопли в двустомную за 4–5 лет воспроизводства семенного материала (Серков В.А., 2012).

Для поддержания высоких и стабильных урожаев основных видов продукции коноплеводства, увеличения рентабельности возделывания культуры требуется проведение своевременной сортосмены – замены устаревших, воз-

дельваемых в производстве сортов, новыми, превосходящими прежние по урожайности и более ценными по технологическим качествам продукции. В 2020 году в результате исследований зарегистрирован новый сорт конопли Милена, обладающий комплексом повышенных по отношению к существующим сортам хозяйственно ценных признаков и свойств (Серков В.А. и др., 2019).

Таким образом, определяющим направлением селекции конопли посевной за прошедшие 25 лет являлось выведение новых высокоурожайных низкоканныбиноидных форм (сортов и гибридов) культуры различных направлений хозяйственного использования, обладающих комплексом необходимых признаков и свойств. Для однодомной конопли посевной, в частности, создание сортов, стабилизированных по признаку однодомности, обладающих повышенными, относительно существующих сортов, параметрами хозяйственно полезных признаков и свойств, более низким уровнем содержания тетрагидроканнабиола, экологически адаптированных к меняющимся климатическим условиям, является важнейшей задачей селекции культуры (Медведев А.М., 2006; Серков В.А., Белоусов Р.О., 2019).

В связи с расширением требований к качественным и количественным характеристикам растений конопли, уникальными технологическими свойствами конопляной продукции возникла необходимость развертывания новых направлений селекции и создания сортов с заданными технологическими параметрами. Особую актуальность приобрела технологическая адресность сорта.

### **1.3 Направления селекции**

*Селекция на снижение содержания каннабиноидных соединений.* Каннабиноиды – класс химических соединений, присущих семейству Коноплевые (*Cannabaceae*).

За последнее время в мире резко возрос интерес к конопле как источнику получения важнейших фармацевтических соединений. За рубежом в последние годы все большее распространение получает возделывание конопли именно на медицинские цели. Растение выращивают как источник ценнейшего фармакологического сырья – каннабидиола (КБД). На основе КБД создан новый класс лекарственных препаратов для эффективной медикаментозной профилактики и лечения широкого спектра заболеваний. Лекарственные средства на основе КБД обладают рядом терапевтических преимуществ по сравнению с другими растительными лекарственными препаратами. Так, применяемые в современной медицине противоболевые препараты (анальгетики) воздействуют на опиоидные рецепторы, зачастую вызывают привыкание и требуют увеличения дозировки. Лекарственные препараты на основе природного КБД воздействуют на специфические каннабиноидные рецепторы и не вызывают привыкания. Лекарства, созданные на основе каннабиноидов конопли, используют при лечении ВИЧ-инфицированных больных, лейкемии, эпилепсии, астмы, глаукомы, множественных склерозов, язв и других нервно-мышечных расстройств (Григорьев С.В., Илларионова К.А., 2015; Зеленина О.Н., Галиахметова И.А., Серков В.А., 2016).

ТГК, так же как и КБД, относится к классу природных каннабиноидов, но в отличие от КБД внесен в список наркотических средств. При этом в современных селекционных сортах промышленной (безнаркотической) конопли, выращиваемых за рубежом, содержится до 0,3% ТГК. В нашей стране в сортах конопли, внесенных в Реестр селекционных достижений РФ, содержание ТГК не превышает 0,1%.

Наибольшее содержание каннабиноидов отмечается в период бутонизации – начала цветения. В листьях и соцветиях главного стебля содержание ТГК выше, чем в аналогичных частях боковых стеблей. Увеличение содержания каннабиноидов наблюдается в ряду: корень < главный стебель < боко-

вые стебли < листья нижних ярусов < листья верхних ярусов < прицветники (Воронков Ю.М., Зеленецкий В.С., 1980; Зеленина О.Н., Смирнов А.А., 2010; Серков В.А., Кошеляев В.В. и др., 2023).

Семена конопли и конопляное масло не содержат определяемых количеств ТГК (Vocsa L., 1997, Molleken H., Theimer R., 1997; Зеленина О.Н., Серков В.А., Смирнов А.А., 2012).

Следовательно, чтобы исключить использование конопли в наркотических целях, перед селекционерами стояла задача снизить содержание ТГК в растениях до 0,1%.

Систематический селекционный процесс в направлении снижения содержания каннабиноидов начат в 1973 году. В работах отечественных учёных показано, что любой образец конопли, который не подвергался селекционному улучшению, содержит каннабиноиды. Их концентрация и соотношение обусловлены сортовыми особенностями и агроклиматическими условиями возделывания (Зеленина О.Н., Смирнов А.А., 2010).

Непрерывный семейственно-групповой отбор – основной метод селекции низкоканнабиноидных сортов конопли. Выбраковка высококаннабиноидных растений на фоне широкой полиморфности сортов конопли как перекрёстноопыляющейся культуры косвенно способствует сужению генотипа и снижает гетерозиготность популяции по этому признаку. Напротив, гомозиготность по признаку низкого содержания ТГК увеличивается. Методом семейственно-группового отбора были созданы первые низкоканнабиноидные сорта однодомной конопли: ЮСО-14, ЮСО-16, Днепровская однодомная, ЮСО-31 (Вировец В.Г., Горшкова Л.М., Румянцева Л.Г., Щербань И.И., 1991).

Разработка экспресс-метода оценки растений по содержанию каннабиноидов позволила ввести в селекционную практику питомники направленного переопыления. Начался новый этап селекции на снижение содержания каннабиноидов. Новые сорта конопли ЮСО-42 и ЮСО-45 по данным их авторов не содержат не только ТГК, но и другие каннабиноиды. Сорт ЮСО-45,

кроме того, не обладает характерным конопляным запахом (Вировец В.Г., Горшкова Л.М., Румянцева Л.Г., Щербань И.И., 1991; Голобородько П.А., Вировец В.Г., Орлов Н.М., Щербань И.И., 1993).

В селекционной практике для конопли используется надежный для отбора ценных генотипов без наркотически активных каннабиноидных соединений признак «антоциановая окраска вегетативных органов». Чем интенсивнее антоциановая окраска на растениях, тем ниже содержание в них вредных наркотических веществ (ТГК), то есть признак "антоциановая окраска вегетативных органов" может служить генетическим маркером для диагностики и отбора растений без наркотически активных соединений (Степанов Г.С., 2005).

Сорта среднерусской конопли Диана, Ингрета, Антонио, Сурская, селекционированные в Чувашском НИИСХ и Пензенском НИИСХ под руководством Степанова Г.С., содержат ТГК менее 0,1%. Аналогичных показателей удалось добиться краснодарским селекционерам при создании новых сортов Зеница, Кубанская ранняя, Славянка и др. (Сухорада Т.И., Нимченко П.В., 1996).

*Селекция на одностомность.* Двустомность конопли создает серьезные производственные затруднения при ее возделывании. Неодновременное созревание мужских и женских растений препятствует получению однородного качества стеблей и волокна, затрудняет механизацию уборки. Устранение этого биологического недостатка растения, создающего серьезные трудности при хозяйственном использовании его, может быть осуществлено только путем селекции.

Исходя из этих требований перед селекционерами возникла задача – вывести высокоурожайные по волокну и семенам сорта одностомной конопли, приспособленные к различным зонам коноплесения, устойчивые к болезням и вредителям, с допустимо низким содержанием ТГК.

Эволюционно двудомность возникла раньше появления однодомных растений (Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978). Все современные сорта однодомной конопли выведены селекционерами.

В результате длительной селекционной работы в нашей стране было получено несколько сортов однодомной конопли. Однако они отличались меньшим содержанием волокна в стеблях. Была поставлена задача создать сорта, не уступающие по содержанию волокна сортам двудомной конопли. Вначале селекционная работа в этом направлении проводилась исключительно путем отбора.

Однако наиболее эффективным оказался метод гибридизации высокоурожайных сортов двудомной конопли с менее урожайными сортами однодомной.

Использование метода гибридизации двудомной конопли с однодомной позволило вывести ряд сортов однодомной конопли, которые представляют большой интерес для сельскохозяйственного производства. Однако существенным отрицательным качеством этих сортов является их недостаточная устойчивость в признаке однодомности (Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978).

Создание однодомной конопли явилось большим достижением в развитии коноплеводства. Внедрение однодомной конопли в производство позволило механизировать уборку урожая, что существенно повысило эффективность возделывания культуры (Вировец В.Г., 1974). Вместе с тем исследования показали, что признак однодомности неустойчив в потомстве, причём эта неустойчивость обусловлена взаимодействием серии множественных аллелей генов половых хромосом и генетических факторов аутосом мужского и женского пола разной валентности. Спонтанный процесс популяционного изменения признаков пола однодомных растений постоянно направлен на выщепление поскони, т. е. на превращение однодомной конопли в двудомную, как результат реверсии рецессивных генов в доминантные (Мигаль Н.Д., 1992).

Методы инцухта, гибридизации и отбора, используемые для создания исходного материала в селекции однодомной конопли, не позволяют получить такую популяцию, у которой степень устойчивости признака однодомности позволила бы обойтись без браковки поскони, содержание которой является главным показателем, характеризующим стабильность данного признака в конкретной форме.

На сегодняшний день отсутствуют факты получения сортообразцов конопли посевной, не выщепляющих поскони. Более реально осуществимой задачей представляется создание сортов с уровнем содержания поскони, позволяющим обходиться без сортопрочисток в посевах.

В основе современных селекционных программ по конопле содержится принцип отбора растений, способствующий закреплению признака однодомности в потомстве. Генетический анализ различных половых типов конопли показал, что у однодомной конопли феминизированного типа для селекционных целей необходимо отбирать настоящие однодомные феминизированные растения и однодомную феминизированную матёрку. Такой отбор способствует не только закреплению признака однодомности в потомстве, но и повышает семенную продуктивность растений популяции (Каплунова Р.И., 1969; Стрежелецкий А.В., 1970; Вировец В.Г., 1974; Степанов Г.С., 1974; Степанов Г.С., 1975; Жатов А.И., 1978).

Руководствуясь этим принципом, отечественные селекционеры создали ряд сортов, в которых выщепление обычной поскони было понижено до уровня менее 1%. Так, в итоге отбора в течение 10 лет у селекционного материала, на основе которого был создан сорт Однодомная среднерусская, содержание поскони снизилось с 24 до 0,9%. Однако при этом было сделано заключение, что дальнейшее снижение количества поскони в потомстве затруднено (Аринштейн А.И., 1955; Аринштейн А.И., Невинных В.А., 1956).

Немецкие исследователи в основу отбора также закладывали однодомную феминизированную матёрку. В итоге отбора за 18 лет селекции был по-



лучен сорт Бернбургская однодомная, у которого содержание пскони снижено с 36 до 0,08% (Sengbusch R.V., 1952).

Следующим этапом развития селекции на закрепление признака однодомности явилась гибридизация двудомных образцов с однодомными в различных комбинациях. Наибольшее распространение получили гибриды возвратного скрещивания типа (двудомная конопля × однодомная) × однодомная. В случае использования отцовского сорта, отселектированного по признаку однодомности, за относительно короткий период можно создать селекционный материал с низким содержанием пскони (Сенченко Г.И., Вировец В.Г., Щербань И.И., 1977; Давидян Г.Г., 1972; Невинных В.А. и др., 1973; Степанов Г.С., 1974).

Благодаря использованию мужскистерильных растений в качестве материнской формы и Этрела для химической кастрации мужских цветков у растений материнской формы в настоящее время применяется метод создания нового селекционного материала путём скрещивания между собой образцов однодомной конопли, вследствие чего появилась возможность получения гибридов с низким содержанием пскони в сжатые сроки (Мигаль Н.Д., 1976; Мигаль Н.Д., Бородина Е.И., 1988; Жатов А.И., Орлов Н.М., 1975; Орлов Н.М., 1977; Мигаль Н.Д., 1991).

Доказано, что у конопли можно применять и другие эффективные методы гибридизации с целью получения исходного материала с закреплённым признаком однодомности – принудительное самоопыление исходного растения и индуцированный мутагенез с созданием гаплоидов и полиплоидов (Мигаль Н.Д., 1986; Мигаль Н.Д., Бородина Е.И., 1988).

Сорт однодомной конопли – динамическая популяция, состоящая из различных феминизированных и маскулинизированных типов, которые в условиях размножения под действием доминирующего влияния двудомности и высокого содержания каннабиноидов спонтанно переходят к потере признаков однодомности и низкоканнабиноидности, которые, в свою очередь,

нуждаются в непрерывном поддержании в селекционно-семеноводческом процессе (Мигаль Н.Д., 1991; Мигаль Н.Д., 1992).

Однодомность конопли является рецессивным признаком (Мигаль Н.Д., 1991). Существует мнение, что в условиях свободного опыления женские цветки однодомных растений избирают для оплодотворения пыльцу обычной поскони, что вызывает постепенное превращение однодомной конопли в двудомную (Аринштейн А.И., 1963; Аринштейн А.И. и др., 1969). Поэтому строго необходима пространственная изоляция посевов и удаление выщепившихся растений поскони до цветения. Содержание поскони является основным критерием, определяющим устойчивость признака однодомности сорта.

Таким образом, анализ имеющихся теоретических и практических данных показывает, что проблема закрепления признака однодомности в потомстве, несмотря на достигнутые успехи, остаётся актуальной, поскольку используемые методы создания сортов и гибридов не решают кардинально главной задачи – выращивания однодомной конопли без проведения многократных сортопрочисток (ГОСТ Р 52325-2005; Бакулова И.В., 2021). Для решения этой проблемы требуются дальнейшие поиски получения качественно нового исходного материала на основе использования современных методов изменения наследственности.

*Селекция на повышение семенной продуктивности и содержания волокна.* На основе проведенных исследований И.М. Лайко, С.В. Мищенко (2020) выявлены резервы повышения семенной продуктивности различных генотипов конопли, перспективы расширения возможностей генотипического и фенотипического проявления признаков пола при увеличении площади питания на ранних этапах селекции, раскрыта взаимосвязь структурных элементов соцветия с массой семян. Критерием перспективности семей являются высокое содержание растений однодомной феминизированной материки с количеством мужских цветков не более 30%, высокие морфологические по-

казатели структурных элементов соцветия и ромбовидная компактная форма соцветия. Одной из особенностей селекции на повышение семенной продуктивности является осуществление контроля корреляционной связи между массой семян и средним расстоянием между веточками первого порядка, углом отклонения веточек первого порядка от центральной оси соцветия, так как они определяют степень компактности соцветий, негативной гранью которой является маскулинизированный тип растений (Лайко И.М., 2013).

Содержание волокна в стеблях конопли колеблется в довольно широких пределах – от 9 до 35%. Равноценные по высоте и диаметру стебли конопли имеют различное содержание волокна, и наоборот, растения с одинаковым содержанием волокна имеют различную длину стебля и различный диаметр. Отсутствие прямой зависимости между волокнистостью и косвенными внешними признаками говорит о необходимости проведения отборов непосредственно по содержанию и весу волокна в стеблях, а не по внешним морфологическим признакам.

Исследования в этом направлении были начаты Институтом лубяных культур в 50-х годах прошлого века. Основным методом селекционной работы был семейственно-групповой отбор. Одновременно с отбором растений по содержанию волокна учитывались и другие положительные признаки, особенно урожай семян и волокна. Результаты многолетнего систематического отбора на повышение волокна в стеблях конопли показали, что среднее содержание волокна в селекционном материале всегда было более высоким, чем в исходном, причем по мере увеличения продолжительности отбора эта разница становилась все существеннее.

До 1940 года среди отобранных элитных растений встречались экземпляры с содержанием волокна ниже 9,5%, в 1963 году самое низкое содержание волокна в стеблях составляло 16,9%. В настоящее время получены растения с содержанием волокна выше 35%, то есть растения с иными качествами по содержанию волокна, которых на первых этапах селекционной работы не

было и которые до отбора никогда не встречались в различных популяциях и гибридах.

Широко используется в селекционной работе с коноплей метод гибридизации между лучшими местными и селекционными сортами, а также гибридизация географически отдаленных форм конопли. Гибриды конопли, полученные от скрещивания разных сортов, отличающихся по урожаю волокна и семян, а также по продолжительности вегетационного периода, как правило, характеризуются промежуточными показателями. При скрещивании сортов, близких по указанным показателям, отмечается явление гетерозиса, которое выражается в незначительном повышении урожая волокна и семян по сравнению с родительскими формами.

Успех селекционной работы с коноплей методом гибридизации зависит от правильного подбора родительских пар и последующего отбора.

Метод межсортовой гибридизации с последующим отбором по содержанию волокна в стеблях и другими хозяйственно ценными признаками является в настоящее время основным в селекции конопли, поскольку позволяет значительно повысить урожай волокна без существенного изменения продолжительности вегетационного периода и урожая стеблей и семян (Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978).

*Селекция на повышение масличности семян.* Во многих странах мира конопля возделывается не только как источник волокна, но и как источник вкусного целебного масла. Конопляное масло имеет приятный ореховый вкус. Оно не содержит токсических веществ, а следовательно, не нуждается в дополнительной очистке для использования в пищевой промышленности. Например, масло рапса, рыжика и горчицы содержит токсичную эруковую кислоту. Масло конопли обладает эксклюзивным спектром жирных кислот. Оно имеет необычайно высокое (до 90%) содержание ненасыщенных жирных кислот, таких как линолевая, альфа-линоленовая, а также гамма-линоленовая. Растительный белок, содержащийся в конопляном ядре, является отлично сба-

лансированным, не аллергенным и легко усвояемым (Григорьев С.В., Шеленга Т.В. и др., 2010; Григорьев С.В., Шеленга Т.В., Илларионова К.В., 2019; Серков В.А., Данилов М.В., и др., 2020). Интерес к конопляному маслу, проявляемый в последние годы, вызван уникальным жирнокислотным составом, объясняющим питательную и фармацевтическую ценность этого продукта (Тихомиров В.Т., Барашкин В.А., 2002; Molleken H. и др., 1997; Григорьев С.В. и др., 2006).

При высыхании конопляного масла образуется тонкая плёнка, которая не растрескивается при нагревании и не растворяется в органических растворителях, благодаря чему оно незаменимо при производстве лаков и красок.

Содержание масла в семенах конопли составляет 25-35% (Горбачёва Р.Г., 1980; Кондратенко А.И., 1998; Deferne J.L., 1996). Селекционными методами возможно увеличить данный показатель до более высоких значений, включив в скрещивания высокомасличные образцы зарубежной и отечественной селекции, и на этой основе получить новый исходный материал для последующей селекционной работы (Серков В.А., Зеленина О.Н., Климова Л.В., 2016).

Между содержанием масла и каннабиноидов отсутствует какая-либо связь, и повышение масличности не повлечет за собой повышения содержания каннабиноидных соединений. Однако во время селекционной работы по повышению масличности необходимо строго контролировать элитный материал на наличие каннабиноидов и удалять генотипы, не соответствующие селекционным целям (Вировец В.Г., 2014).

Имеющиеся литературные данные по селекции на масличность конопли свидетельствуют о высокой наследуемости признака и эффективности отбора по нему (Аринштейн А.И., 1940; Федченко Н.В., 1951; Димитриев В.Л., Яковлева М.И., Шашкаров Л.Г., Павлов В.В., 2023).

По данным исследований Лайко И.М. и др., содержание масла в семенах конопли является сортовым признаком, который зависит от генотипиче-

ских особенностей селекционного материала. Наличие слабой корреляционной связи между признаками массы семян с одного растения и содержанием в них масла позволяет вести селекционную работу одновременно по двум направлениям: на повышение семенной продуктивности и масличности семян конопли (Лайко И.М., Кириченко А.И., Мищенко С.В., 2017).

*Селекция на устойчивость к вредителям и болезням.* Коноплю повреждают около 75 видов насекомых, наиболее вредоносными из которых являются конопляная блоха, стеблевой (кукурузный) мотылёк, конопляная листовёртка, конопляная шипоноска, конопляный минёр и различные виды совок (Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978), конопляная блоха (*Psylliodes attenuata* Koch.), стеблевой (кукурузный) мотылёк (*Ostrinia nubilalis* Hb.) и акклиматизировавшаяся в последнее десятилетие конопляная листовёртка (*Grapholita delineana*) – наиболее вредоносные вредители конопли в зоне среднерусского коноплесеяния.

Конопля поражается грибковыми, бактериальными и вирусными патогенами. При микроскопировании смывов с поражённых участков листьев на растениях конопли посевной могут быть идентифицированы возбудители ложной мучнистой росы (*Pseudoperonospora cannabina* Peglion), вертициллёза (*Verticillium*), септориоза (*Septoria cannabis* Sacc.) и *Alternaria* spp. На стеблях обнаруживаются *Sclerotinia sclerotiorum* и *Botrytis cinerea* Pers, вызывающие белую и серую гнили, и *Phoma glomerata*. Наиболее распространённые и вредоносные болезни посевной конопли – фузариоз, пятнистости и гнили стеблей (Сенченко Г.И., Тимонин М.А., 1978; Рудаков О.Л., 2002).

Предварительным этапом создания комплексной системы защиты конопли, как и любой сельскохозяйственной культуры, является выявление и идентификация вредоносных объектов, оценка плотности их популяции. Анализ этих данных позволяет сделать прогноз и принять решение об экономической целесообразности проведения защитных мероприятий (Баздырев Г.И., 2004). Комплекс защитных мероприятий в первую очередь должен

быть направлен на профилактику болезней и понижение численности вредных организмов. Основным элементом в системе интегрированной защиты растений конопли – сорт, устойчивый к болезням, преобладающим в данном регионе (Сенченко Г.И., 1978). Основные меры борьбы с ними – выращивание конопли в севообороте, соблюдение агротехнических приёмов обработки почвы, своевременная уборка урожая и зачистка полей, протравливание семян перед посевом (Плужникова И.И., Криушин Н.В., Бакулова И.В., 2019).

Селекция на устойчивость к вредителям не имела заметных успехов в обозримом прошлом, поэтому основным и наиболее эффективным в решении проблемы был и остается химический способ защиты растений (Серков В.А., Плужникова И.И. и др., 2013).

Устойчивость растений к названным заболеваниям находилась в селекционной проработке (Аринштейн А.И., 1966; Румянцева Л.Г., Дудник М.Г., 1989; Румянцева Л.Г. и др., 1991). Среди разнообразия коллекционных образцов были выявлены такие, на растениях которых даже при создании провокационного фона наблюдалась дифференцированная степень проявления той или иной болезни. Выделялись отдельные образцы с нулевой степенью проявления как отдельных болезней, так и их комплекса. Следовательно, включение в селекционные программы сортообразцов, индифферентных к ряду специфических болезней культуры, помогает решать проблему создания сортов с независимой реакцией на воздействие комплекса патогенов.

## 2 ПОЧВЕННЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Почвенно-климатические условия проведения исследования

Научно-исследовательская работа выполнена в административном образовании – Пензенская области, на территории опытных полей и в лаборатории селекции конопли Пензенского НИИСХ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2016-2021 гг.

*Почвенный покров* территории Пензенской области характеризуется большим разнообразием, обусловленным неоднородностью физико-географических условий области. Несмотря на пестроту, все же определяется закономерное изменение характера почвенного покрова при движении с севера на юг. Так, в северных районах западной части области наиболее широко распространены оподзоленные и выщелоченные черноземы. При движении на юг степень выщелачивания черноземов ослабевает, а в южных районах преобладают выщелоченные и типичные черноземы.

В восточной части области выделяется определенная закономерность в количественном отношении серых лесных и черноземных почв. При движении с севера на юг площади черноземных почв увеличиваются, а серых лесных почв – уменьшаются (Росреестр, 2016).

Исследования проводились в Лунинском районе Пензенской области, который относится к Вадинско-Мокшанской зоне. Преобладающая часть почвенного покрова пахотных массивов представлена наиболее плодородными почвами области – черноземами оподзоленными, выщелоченными и типичными, занимающими 69,1% площади пашни. Удельный вес серых лесных почв 21,3%, луговых, лугово-черноземных и аллювиальных почв – 9,3% (Иванов А.И., 2017).

В пахотном слое выщелоченных черноземов содержание гумуса колеблется от 5,5 до 7,9%. Реакция почвенного раствора слабокислая, сумма поглощенных оснований высокая – от 35 до 40 мг-экв. на 100 г почвы, степень



насыщенности почвы основаниями находится в пределах от 86 до 95%. Содержание общего азота в пахотном слое составляет 0,36–0,54%, подвижного азота 116–141 мг на 1 кг почвы; подвижных форм фосфора 35–120 мг на 1 кг почвы. Обеспеченность обменным калием средняя и повышенная.

Другие типы почв – серые и темно-серые лесные почвы занимают в области 15,5%, а светло-серыми лесными почвами занято 4,6%. Эти почвы бедны азотом и средне обеспечены калием.

Почва опытного участка – выщелоченный чернозем, среднесуглинистый по механическому составу. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 6,2–7,0%. Реакция почвенного раствора в пахотном слое слабокислая pH 5,7.

*Климат* области характеризуется как умеренно-континентальный с относительно теплым летом и умеренно-холодной зимой.

Январь является самым холодным месяцем в году со средней температурой воздуха – 12...–13 °С, самым теплым – июль, средняя температура воздуха в июле на юге области составляет +20,3 °С, в северной части +18,8 °С.

Абсолютный безморозный период длится в среднем в западной части области 133 суток, в восточной части – 117 суток.

Сумма средних суточных температур за период с температурой +10 °С составляет в западной части области 2487 °С, в восточной – 2344 °С.

Годовая сумма осадков в среднем колеблется в пределах 467–604 мм, из них 70% приходится на теплый период года.

Основными факторами, определяющими формирование урожая сельскохозяйственных культур в области, являются влагообеспеченность и теплообеспеченность. Эти факторы находятся в основе агроклиматического районирования. Наиболее неустойчивым элементом из них являются осадки, количество которых значительно колеблется как по годам и месяцам, так и по отдельным периодам вегетации растений.

Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур определяется по соотношению фактических ресурсов влаги с потребным для растения. Коэф-

фициент транспирации у конопли в 3,3 раза больше, чем у просо, и почти в 2 раза больше, чем у ржи, овса и пшеницы.

Территория области по условиям увлажнения делится на три агроклиматических района:

I – достаточно увлажненный (ГТК = 1,1–1,0);

II – умеренно увлажненный (ГТК = 1,0–0,9);

III – недостаточно увлажненный (ГТК менее 0,9).

Агроклиматические районы по теплообеспеченности делятся на подрайоны:

а) прохладный (с суммой температур выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  менее  $2300^{\circ}$ );

б) умеренно теплый (с суммой температур выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$   $2300\text{--}2400^{\circ}$ );

в) теплый (с суммой температур  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  более  $2400^{\circ}$ ).

Лунинский район Пензенской области, где проводились исследования, относится к первому агроклиматическому району. Первый агроклиматический район по природным условиям включает в себя лесную и переходную от лесной к лесостепной зоны.

Климат зоны характеризуется достаточным или частично умеренным увлажнением. Гидротермический коэффициент составляет 1,1–1,0. За год выпадает 450–500 мм осадков, на возвышенных местах – более 500 мм. Сумма осадков за вегетационный период (май – сентябрь) составляет 250–280 мм. По теплообеспеченности зона прохладная и умеренно-теплая. Сумма активных температур выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет 2200–2400  $^{\circ}\text{C}$ . Средний показатель из абсолютных минимумов температуры воздуха на равных и возвышенных местах  $-33\text{...}-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в пониженных частях рельефа  $-35\text{...}-37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период – от 125 до 138 дней, период активной вегетации растений – 136–142 дня. Постоянный снежный покров образуется в конце ноября и сохраняется 128–136 дней. Средняя из наибольших высот снежного покрова 30–40 см, запасы воды в снеге составляют 80–100 мм, или 100–800 м<sup>3</sup>/га. Начало разрушения устойчивого снежного покрова наблюдается в первой де-

каде апреля, а сход его – 10-15 апреля. Наибольшая высота снежного покрова в среднем составляет 30–40 см. Запасы воды в снежной массе – от 800 до 1000 м<sup>3</sup>/га (А.И. Иванов, 2017).

Таким образом, на основании вышеизложенных сведений можно сделать вывод, что почвы и климат области вполне благоприятны для возделывания конопли. К тому же Пензенская область является зоной исторического коноплесения. Учитывая биологию этой культуры и сходство почвенно-климатических условий в административных образованиях – Ульяновской, Самарской областей, Республик Мордовия и Татарстан, полученные результаты научных исследований вполне могут быть, в определенной степени, интерполированы на лесостепные зоны Среднего Поволжья.

*Агрометеорологические условия* периода вегетации растений конопли по фазам развития в 2018 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Агрометеоусловия вегетации конопли в 2018 г. (по данным Лулинского АМП)

Межфазный период	Календарный интервал	Длительность периода, сут	Среднесуточная температура, °С	Сумма активных температур, °С	Осадки, мм	ГТК (по Селянину)
посев - всходы	4-16 мая	12	15,5/14,4*	186	3,1/30,0**	0,17
всходы - бутонизация	17 мая - 30 июня	44	17,0/17,8*	744	18,7/59,0**	0,25
бутонизация - цветение	1-9 июля	8	24,1/19,7*	193	10,3/31,4**	0,53
цветение - созревание	10 июля - 6 сентября	58	20,3/17,4*	1179	33,7/79,0**	0,28
всходы - созревание	16 мая - 6 сентября	110	18,2/18,1*	2116	62,7/170,1**	0,30

Примечание: \* – температура среднеголетняя; \*\* – осадки среднеголетние; для среднесуточных температур и осадков в числителе приведены данные за 2018 г., в знаменателе – среднеголетняя величина

Закладка оценочного питомника проведена 4 мая при установившейся среднесуточной температуре воздуха более +12 °С.

Период от посева до массовых всходов (4-16 мая) характеризовался отсутствием осадков на фоне варьирующих среднесуточных температур

(+9...+18 °С), причём ГТК за этот период составил всего 0,17, что увеличило длительность периода «посев-всходы» на срок до 12 суток и в итоге отрицательно повлияло на полевую всхожесть семян. Выпавшие после появления всходов осадки обеспечили удовлетворительное развитие растений.

Прирост положительных температур от массовых всходов до бутонизации сопровождался также неравномерным поступлением влаги. За этот период выпало 19 мм осадков (32% от среднемноголетней нормы). Гидротермический коэффициент межфазного периода составил 0,25 (засушливые условия).

В критический период роста и развития растений – массовую бутонизацию-начало цветения (1-10 июля) – гидротермический режим вегетации удерживался на уровне недостаточного увлажнения. За этот период выпало около 10 мм осадков, или 33% от среднемноголетних показателей, среднесуточные температуры составляли +18...+27 °С. Период массового цветения и завязывания семян (11 июля – 3 августа) характеризовался нормальным фоном среднесуточных температур (около +20 °С) с неравномерными осадками.

В период созревания семян (2-3 декады августа – 1 декада сентября) гидротермический режим также характеризовался неблагоприятными параметрами (ГТК 0,28), что соответствует условиям недостаточного увлажнения. В целом это обеспечило формирование удовлетворительного урожая семян до фазы их массового созревания (начало 1-й декады сентября).

Агроклиматические условия 2018 г. в совокупности оказались неблагоприятными для роста и развития растений конопли на всех этапах онтогенеза. А именно в ювенильную фазу развития преобладал недостаточный режим увлажнения на фоне повышенного баланса активных температур, что отразилось на итоговом урожае основных видов продукции. В целом за вегетацию сумма активных температур составила 2116 °С при 63 мм осадков (37% от среднемноголетних значений). Показатель ГТК (0,30) в целом характеризует вегетационный период конопли посевной как остро засушливый.

Агрометеорологические условия периода вегетации растений конопли по фазам развития в 2019 г. представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Агрометеоусловия вегетации конопли посевной в 2019 г. (по данным Лунинского АМП)

Межфазный период	Календарный интервал	Длительность периода, сут	Среднесуточная температура, °С	Сумма активных температур, °С	Осадки, мм	ГТК (по Селянинову)
посев – всходы	8-15 мая	7	20,3/14,4*	142	16,5/30,0**	1,16
всходы – бутонизация	16 мая - 26 июня	42	18,4/17,8*	774	12,4/59,0**	0,16
бутонизация – цветение	27 июня- 12 июля	16	16,9/19,7*	271	57,5/31,4**	2,12
цветение – созревание	13 июля - 3 сентября	52	17,3/17,4*	902	50,7/79,0**	0,56
всходы – созревание	16 мая - 3 сентября	110	17,5/18,1*	1947	120,6/170,1**	0,62

Примечание: \* – температура среднегодовалая; \*\* – осадки среднегодовые; для среднесуточных температур и осадков в числителе приведены данные за 2019 г., в знаменателе – среднегодовая величина

Закладка питомника проведена 8 мая при установившейся среднесуточной температуре воздуха более +12 °С.

Период от посева до массовых всходов (8-15 мая) характеризовался достаточным количеством осадков на фоне среднесуточных температур +19...+22 °С, причём ГТК за этот период составил 1,16, что обеспечило дружность всходов.

Прирост положительных температур от массовых всходов до бутонизации сопровождался дефицитом поступления влаги. За этот период выпало 12 мм осадков (21% от среднегодовой нормы). Гидротермический коэффициент межфазного периода составил 0,16 (условия недостаточного увлажнения).

В критический период роста и развития растений – массовую бутонизацию-начало цветения (27 июня – 12 июля) – гидротермический режим вегетации стабилизировался на уровне достаточного увлажнения. За этот период

выпало около 58 мм осадков или 183% от среднемноголетних показателей, среднесуточные температуры составляли +14...+20 °С. Период массового цветения и завязывания семян (13 июля – 3 августа) характеризовался колебаниями среднесуточных температур (+16...+25 °С) с неравномерными осадками.

В период созревания семян (1-3 декады августа – 1 декада сентября) гидротермический режим характеризовался параметрами ГТК 0,62, что соответствует условиям недостаточного увлажнения. На фоне относительно невысоких среднесуточных температур (+11...+23 °С) процесс созревания семян длился более месяца. В целом это обусловило формирование удовлетворительной урожайности семян к фазе их массового созревания (2-я декада сентября).

Агроклиматические условия 2019 г. в совокупности оказались неблагоприятными для роста и развития растений конопли на отдельных этапах онтогенеза. А именно в ювенильную фазу развития наблюдался недостаточный режим увлажнения на фоне сопоставимого со среднемноголетним балансом активных температур, что отразилось на итоговой урожайности основных видов продукции. В целом за вегетацию сумма активных температур составила около 2000 °С при 120 мм осадков (71% от среднемноголетних значений). Показатель ГТК (0,62) в целом характеризует период вегетации конопли как засушливый.

Закладка участков в 2020 г. проведена при установившейся среднесуточной температуре воздуха выше +12 °С.

Период от посева до массовых всходов (12-23 мая) характеризовался достаточным наличием осадков на фоне умеренных среднесуточных температур (+7...+11 °С), причём за этот период выпала месячная норма осадков. Совокупность данных факторов обусловила увеличение длительности появления массовых всходов до 11 суток от посева. Полевая всхожесть семян составила 75%. Выпавшие после появления всходов осадки обеспечили нормальное развитие растений.

Прирост положительных температур от массовых всходов до бутонизации сопровождался дефицитом поступления влаги. За этот период выпало

19 мм осадков (32% от среднемноголетней нормы). ГТК межфазного периода составил 0,25 (засушливые условия).

Агрометеорологические условия периода вегетации конопли по фазам развития растений в 2020 г. представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Агрометеоусловия вегетации конопли посевной в 2020 г. (по данным Лунинского АМП)

Межфазный период	Календарный интервал	Длительность периода, сут	Средне-суточная температура, °С	Сумма активных температур, °С	Осадки, мм	ГТК (по Селянинову)
посев - всходы	12-23 мая	11	10,3/14,4*	44	30,0/30,0**	12,8
всходы - бутонизация	24 мая - 30 июня	38	17,0/17,8*	744	18,7/59,0**	0,25
бутонизация - цветение	1-9 июля	8	24,1/19,7*	193	10,3/31,4**	0,53
цветение - созревание	10 июля - 8 сентября	60	14,1/17,4*	846	82,3/79,0**	0,97
всходы - созревание	23 мая - 8 сентября	106	16,8/18,1*	1783	111,3/170,1* *	0,62

Примечание: \* – температура среднемноголетняя; \*\* – осадки среднемноголетние; для среднесуточных температур и осадков в числителе приведены данные за 2020 г., в знаменателе – среднемноголетняя величина

В критический период роста и развития растений – массовую бутонизацию-начало цветения (1-9 июля) – гидротермический режим вегетации незначительно улучшился. За этот период выпало около 10 мм осадков или 1/3 от среднемноголетних показателей, среднесуточные температуры были благоприятными и составляли +20...+27 °С. Период массового цветения и завязывания семян (10 июля – 3 августа) характеризовался колебаниями среднесуточных температур (+16...+28 °С) с неравномерными осадками.

В период созревания семян (1-3 декады августа – 1 декада сентября) гидротермический режим характеризовался параметрами ГТК 0,97, что соответствует условиям достаточного увлажнения. На фоне относительно невысоких среднесуточных температур (+14...+19 °С) процесс созревания семян длился более месяца. В целом это обусловило формирование удовлетворительной урожайности к фазе массового созревания (2-я декада сентября).

Агроклиматические условия 2020 г. в совокупности на отдельных этапах онтогенеза оказались неблагоприятными для роста и развития растений. А именно в ювенильную фазу развития преобладал недостаточный режим увлажнения на фоне сопоставимого со среднемноголетним балансом активных температур, что отразилось на итоговой урожайности основных видов продукции. В целом за вегетацию сумма активных температур составила около 1800 °С при 111 мм осадков (65% от среднемноголетних значений). Показатель ГТК (0,62) в целом характеризует период вегетации конопли посевной как недостаточно увлажнённый.

## **2.2 Материал и методика проведения исследования**

Рабочая гипотеза настоящих исследований основывается на теоретических закономерностях проявления общебиологического явления гетерозиса, проявления трансгрессий (положительных и отрицательных), а также подбора родительских форм для гибридизации на основе дивергентных эколого-генетических и морфобиологических различий по ключевым признакам и свойствам, что позволит объединить в одном генотипе желательные признаки и свойства, а последующий отбор – получить новый исходный материал для селекции однодомной конопли посевной.

Комплекс научно-исследовательских работ выполняли в полевых и лабораторных условиях в отделе коноплеводства ФГБНУ «Пензенский НИИСХ». В качестве исходного материала для исследования были взяты 4 сорта южной (Зеница, Омегадар 1, Кубанка, Южанка) и 4 сорта среднерусской конопли посевной (Сурская, Вера, Надежда, Юлиана).

Закладка питомников гибридизации и получение гибридных комбинаций проводили в соответствии с «Методическими указаниями по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР» (1984).

Метод гибридизации – ограниченно-свободное межсортовое скрещивание на изолированных делянках.

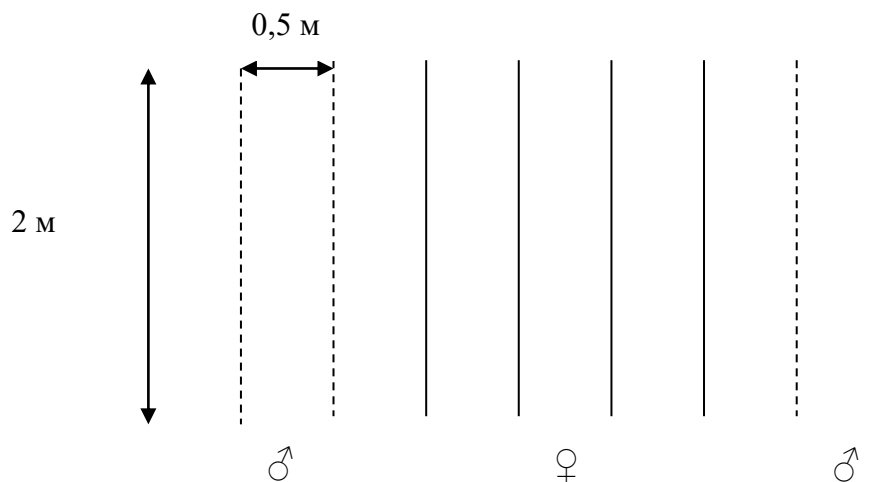


В 2016 г. на 4 изолированных участках проведены прямые парные скрещивания между подобранными сортами в питомниках направленной гибридизации, в которых в качестве материнских форм использованы 4 сорта южной (Зеница, Омегадар 1, Кубанка, Южанка), а в качестве отцовских – 4 сорта среднерусской конопли (Сурская, Юлиана, Вера, Надежда). Схема скрещивания условно показана на рисунке 1.

♀ \ ♂	Сурская	Юлиана	Вера	Надежда
Зеница	×	×	×	×
Омегадар 1	×	×	×	×
Южанка	×	×	×	×
Кубанка	×	×	×	×

Рисунок 1 – Схема скрещивания

В питомниках гибридизации на изолированных участках высевались родительские формы: по 4 ряда каждого из 4-х сортов материнской формы (южная) и по 2 ряда по левой и правой сторонам отцовской формы (среднерусская) (Рисунок 2).



Условные обозначения:      - - - - рядки сорта-опылителя  
    - - - - рядки материнской формы

Рисунок 2 – Схема размещения родительских пар на участке гибридизации

В целом в эксперименте будет использована следующая схема получения последовательных гибридных потомств (Рисунок 3):

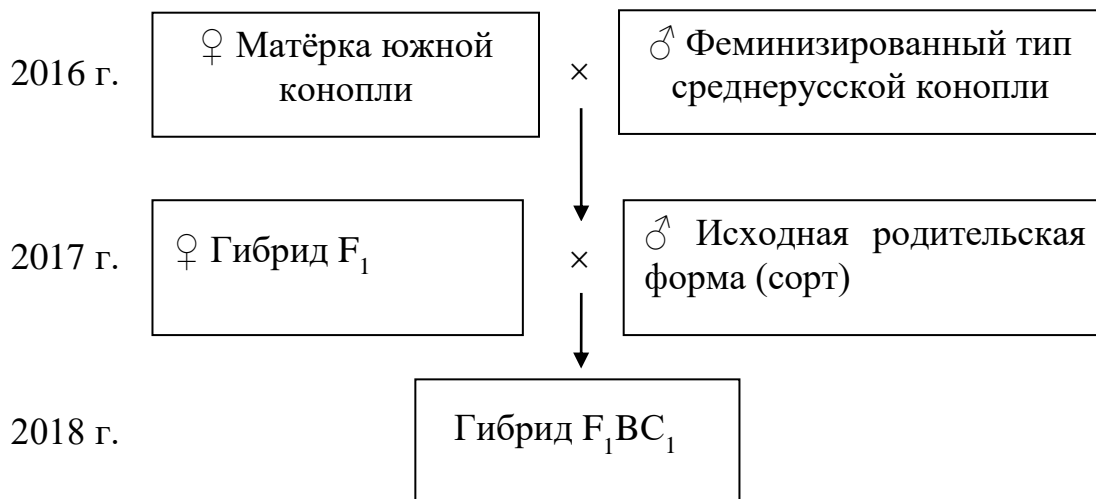


Рисунок 3 – Схема получения гибридных потомств

Полученные при скрещивании сортов конопли гибридные семена дают на следующий год потомство. Для получения семян следующего гибридного поколения необходимо проводилась насыщающая гибридизация так же, как и в первый год.

В результате выполненных работ получен новый исходный материал (41 гибридная комбинация F1BC1), комплексное изучение которых выполнено в период 2018-2020 гг.

Проводился отбор растений, соответствующих по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам целям селекции, из гибридной популяции второго поколения. Всем отобранным растениям присваивают номер, чтобы избежать возможных ошибок. Отобранные растения высеваются на следующий год в селекционных питомниках по семьям и используются в повторных отборах.

Для закрепления однодомности отбирали настоящие однодомные растения, все нежелательные типы (двудомные матёрка, посконь и маскулинизированные типы однодомной поскони и матёрки) удаляли из популяции до

цветения. В полевых условиях, начиная с фазы бутонизации, выполняли шести-восьмикратные браковки растений по структуре половой дифференциации и комплексу морфометрических признаков.

С целью предотвращения чужеопыления семена отобранных элитных растений высевали в селекционных питомниках разных уровней с пространственной изоляцией от других посевов не менее 2-х км на местности с наличием разделительных лесополос.

Фенологические наблюдения и морфологический анализ проводили в соответствии с «Методическими указаниями по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР» (1984).

Определение содержания и идентификацию основных каннабиноидов выполняли методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) (Сорокин В.И., 1995; Patwardham L. M., 1978), анализ проводили на хроматографе «Кристалл 5000.1» в лаборатории массовых анализов ФГБНЦ ЛК ОП «Пензенский НИИСХ». Количественную обработку хроматограмм проводили по площадям пиков с применением компьютерной программы «Хроматэк Аналитик 2.5».

Массу 1000 семян определяли по ГОСТ 12042-80 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян».

Урожайность семян учитывали методом пробного снопа в фазу массового созревания семян.

Содержание масла определяли методом обезжиренного остатка на аппарате Сокслета по ГОСТ 10857-64 «Семена масличные. Метод определения масличности».

Содержание и качество волокна, предварительно отделив его от костры, определяли по ГОСТ 9993-2014 (ГОСТ 9993-74) «Пенька короткая. Технические условия», ГОСТ 27345-87 «Треста конопляная. Технические условия», ГОСТ Р 56560-2015 «Пенька трепаная. Технические условия», ГОСТ Р 53549- 2009 «Лен чесанный. Технические требования».

Расчет гидротермического коэффициента проводили по методике Г.Т. Селянинова.

Полученный цифровой материал обрабатывали методами корреляционного, дисперсионного анализа и методом вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ Excel 2015, Statistica 4.6, Statgraphics Plus for Windows 2.1.

### **3 СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

#### **3.1 Оценка родительских форм гибридного материала**

Успех рекомбинационной селекции во многом определяет подбор родительских пар для гибридизации. В селекции многих культур чаще всего применяют метод подбора родительских пар, основанный на принципах эколого-географической отдаленности.

В основе данного принципа лежит научное представление, согласно которому в процессе формообразовательного процесса на признаки и свойства оказывают давление среда и отбор. В результате выражение признаков формируется адекватно условиям произрастания. В разных природно-климатических условиях наследственно закрепляются признаки с разной степенью проявления. Поэтому путем гибридизации форм с различным выражением признаков можно получить рекомбинантные потомства с оптимальным их сочетанием. Такой подход подбора родительских форм для скрещивания позволяет эффективно управлять формообразовательным процессом при создании новых сортов.

Широкое распространение данный метод подбора родительских пар получил в селекции конопли посевной. Использование при создании нового исходного материала метода внутривидовой межсортовой гибридизации позволяет получать гибридные комбинации, сочетающие основные хозяйственно полезные признаки: скороспелость, высокостебельность, семенную продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям.

В настоящих исследованиях с целью получения ценного исходного материала для селекции однодомной конопли в гибридизацию привлекали формы среднерусского и южного экотипов.

Сорта южного экотипа отличаются высокой урожайностью качественного волокна, но характеризуются позднеспелостью. Напротив, среднерусские сорта



Таблица 5 – Обобщенная статистическая характеристика родительских форм среднерусского экотипа

Показатель	Период вегетации, сут	Высота растения, см	Масса 1000 семян, г	Масса семян с растения, г	Продуктивность семян, т/га	Продуктивность стеблей, т/га	
Среднее значение	114	222	18,1	4,3	1,3	10,4	
Стандартное отклонение	3,3	13,5	1,1	0,3	0,2	1,7	
Минимальное значение	106	190	15,4	3,7	0,9	7,2	
Максимальное значение	118	247	20,0	5,0	1,8	12,4	
Размах	12	57	4,6	1,3	0,9	5,2	
Коэффициент вариации (V), %	2,9	6,1	6,1	7,0	15,0	16,0	
Доля значений в области	$\mu \pm \sigma$ , %	69,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
	$\mu \pm 2\sigma$ , %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
	$\mu \pm 3\sigma$ , %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Анализируя статистические характеристики количественных признаков южного и среднерусского экотипов, можно отметить общую тенденцию, согласно которой признаки "продолжительность периода вегетации", "высота растений", "масса 1000 семян" и "масса растения" характеризуются стабильными показателями и низкой изменчивостью. Коэффициент вариации у них составлял 2,1–7,0%. Высокой изменчивостью отличались результирующие признаки – продуктивность семян и стеблей ( $V = 15,0–38,5\%$ ).

Необходимо отметить, что нормальное распределение задаётся двумя величинами:  $\mu$  – математическим ожиданием (средним значением) и  $\sigma$  – среднеквадратическим отклонением (или дисперсией). Главными закономерностями нормального распределения являются теоретически обоснованные положения, согласно которым в интервале  $\mu \pm \sigma$  лежит 68,26% всех значений признака, в интервале  $\mu \pm 2\sigma$  – 95,44% всех значений признака и в интервале  $\mu \pm 3\sigma$  – 99,72% всех значений признака.

Сопоставляя расчетные значения признаков, находящихся в интервалах  $\mu \pm \sigma$ ;  $\mu \pm 2\sigma$  и  $\mu \pm 3\sigma$ , с теоретическими, видно, что они имели близкие значения ( $\mu \pm \sigma$  – 70%;  $\mu \pm 2\sigma$  – 95% и  $\mu \pm 3\sigma$  – 100%).

Следовательно, количественные признаки экотипов имеют нормальное распределение, что позволяет использовать критерий Стьюдента для оценки вероятности различий признаков родительских форм.

Средний показатель признака экотипов отражает все положительные и отрицательные отклонения совокупности растений, возникающие в результате наследственной и модификационной изменчивости. Параметры признаков наследственной изменчивости выражаются групповой принадлежностью сортов к экотипу. Параметры признаков модификационной изменчивости обуславливаются условиями выращивания в годы проведения исследований.

Таким образом, сравнивая совокупные выборки признаков у сортов двух экотипов по значению  $t$ -критерия Стьюдента проверяли рабочую гипотезу, согласно которой, если значение фактической величины  $t$ -критерия больше теоретической, то между признаками существуют различия, обусловленные наследственностью. В данном случае возможно констатировать генетическую удаленность родительских форм по оцениваемому признаку.

Если значение фактической величины  $t$ -критерия меньше теоретической, то между признаками различия не существуют. Средние величины выражения признаков двух совокупностей в большей мере определяются модификационной изменчивостью и принадлежат к одной совокупности. Генетическая удаленность родительских форм по оцениваемому признаку отсутствует.

Селекционный процесс создания новых сортов у любых культур начинается с оценки исходного материала, в качестве которого используют ино-районные сорта, гибридные популяции, линии, экотипы. На начальном этапе изучения исходного материала обязательно проводят фенологические наблюдения. Определяют сроки наступления фаз развития и продолжительность вегетационного периода. Цель фенологической оценки заключается в том, чтобы выделить формы, оптимально использующие климатические ресурсы предполагаемой зоны возделывания сорта. Так как слишком раннеспелые формы хо-



рошо вызревают, но накапливают меньшее количество органических веществ, они, следовательно, формируют более низкую урожайность. Позднеспелые формы, наоборот, накапливают большее количество органических веществ, но имеют высокий риск потери урожайности вследствие неблагоприятных погодных условий в период созревания.

Поэтому при создании нового исходного материала в гибридизацию важно привлекать формы с разной скороспелостью, что позволяет в потомстве объединить генетически разнокачественные признаки раннеспелости и путем отбора выделить формы, оптимально сочетающие продолжительность вегетации с продуктивностью.

В настоящих исследованиях, используя эколого-географический принцип подбора пар, в гибридизацию были привлечены сорта, относящиеся к среднерусскому экотипу и сорта южного экотипа.

Ставилась задача определить вероятность различий по длине вегетационного периода между сортами среднерусского и южного экотипов (Таблица 6).

Таблица 6 – Оценка вероятности различий родительских сортов исходного материала по признаку "продолжительность периода вегетации"

Исходные сорта	Период вегетации, сутки			Среднее по сортам
	2018	2019	2020	
Южный экотип				
Зеница	145	150	155	150
Омегадар 1	125	130	133	129
Кубанка	130	132	135	132
Южанка	125	130	132	129
Среднее по годам	131	135	139	135
Среднерусский экотип				
Сурская	115	118	116	116
Юлиана	106	113	110	110
Вера	112	116	118	115
Надежда	111	117	119	116
Среднее по годам	111	116	116	114
Значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости P – 0,05 $t_{\phi} = 6,45 > t_{\tau} 2,086$ – гипотеза $H_0$ отвергается				

Сорта среднерусского экотипа характеризовались более коротким и стабильным периодом вегетации. Средняя продолжительность вегетации по годам исследования колебалась в пределах 5 суток и составляла 111–116 суток.

Сорта южного экотипа имели более длинный период вегетации. Средняя продолжительность была 131–139 суток, и в зависимости от года длина вегетации колебалась до 8 суток.

В среднем по сортам и годам для среднерусского экотипа конопли показатель продолжительности вегетации составил 114 суток.

Показатель периода вегетации конопли южного экотипа в среднем по опыту был значительно больше – 135 суток.

Для того чтобы выяснить вероятность различий, обусловленных генетической удаленностью родительских сортов исходного материала по признаку «продолжительность периода вегетации», был составлен совокупный ряд вариационных показателей по группам сортов, относящихся к разным экотипам, которые включали значения по сортам, повторениям и годам исследований. Средние показатели выборки экотипов родительских форм сравнивали между собой по значению  $t$ -критерия Стьюдента. Расчеты показали, что фактический критерий выше теоретического значения ( $t_{\text{ф}} = 6,45 > t_{\text{т}} 2,086$ ). Следовательно, с вероятностью 95% можно констатировать, что родительские формы по признаку «продолжительность периода вегетации» генетически удалены и между ними существуют различия, обусловленные наследственностью.

Другой важный признак, косвенно связанный с выходом волокна у конопли, является «высота растений». Однако следует отметить, что одинаковые по высоте и диаметру стебли конопли могут иметь неодинаковое содержание волокна и, соответственно, различный выход продукции с единицы площади. Вместе с тем также имеются сведения, что растения с одинаковым содержанием волокна имеют неодинаковую длину и диаметр стебля. Отсутствие тесной взаимосвязи между высотой растений и волокнистостью свиде-

тельствует о необходимости совмещения в гибридной комбинации оптимальных параметров высоты растений и волокнистости, путем гибридизации родительских пар и последующих отборов. Эффективность селекции будет зависеть от генетической удаленности данных признаков у родительских форм.

Сорта южного экотипа по высоте растений значительно превосходят сорта среднерусского экотипа (Таблица 7).

Таблица 7 – Оценка вероятности различий родительских сортов исходного материала по признаку «высота растений»

Исходные сорта	Высота растения, см			Среднее по сортам
	2018	2019	2020	
Южный экотип				
Зеница	290	285	300	292
Омегадар 1	275	280	285	280
Кубанка	280	290	292	287
Южанка	278	285	290	285
Среднее по годам	281	285	291	<b>286</b>
Среднерусский экотип				
Сурская	247	237	240	241
Юлиана	190	206	210	202
Вера	228	220	223	224
Надежда	217	220	225	221
Среднее по годам	221	221	225	<b>222</b>
Значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости P – 0,05 $t_{ф} = 6,12 > t_{т} 2,086$ – гипотеза $H_0$ отвергается				

Так, например, южные сорта в среднем по годам имели высоту стеблей 281, 285 и 291 см соответственно. Сорта среднерусского экотипа характеризовались значительно меньшей высотой – 221, 221, 225 см соответственно по годам.

Средние показатели высоты растений по группам происхождения родительских сортов выражают обобщенный показатель экотипа, который у южного экотипа составлял 286 см, а у среднерусского – 222 см.

Однако важно знать вероятность генотипического различия между родительскими формами по данному признаку. Рассчитав значение t-критерия

Стьюдента при уровне значимости  $P = 0,05$  было установлено, что средние показатели высоты растений двух выборочных относятся к разным совокупностям. Фактическое значение  $t$ -критерия Стьюдента получено выше теоретического ( $t_f = 6,12 > t_r 2,086$ ). Поэтому можно считать, что с большой долей вероятности (95%) родительские формы по признаку «высота растений» генетически удалены и между ними существуют различия, обусловленные наследственностью.

В селекции любой культуры очень важно не допустить снижение генетического разнообразия, а в отношении конопли это имеет особое значение, так как единообразие наследственности родительских форм гибридных комбинаций ведет к снижению вероятности получения новых рекомбинантных форм для использования в селекционном процессе.

Привлекая в скрещивание генетически удаленные формы, вероятность выделить рекомбинантные потомства с оптимальным сочетанием признаков продуктивности значительно повышается.

Одним из признаков, связанным с продуктивностью, является масса 1000 семян. Данный показатель характеризует способность генотипов накапливать количество органического вещества в семени, его крупность и выравненность.

Масса 1000 семян зависит от факторов среды и от генетических особенностей сорта и, как следствие, может варьировать в достаточно широких пределах. Вместе с тем масса 1000 семян является одним из наиболее доступных признаков для проведения отбора в ранних поколениях. Этот признак имеет высокие значения коэффициента наследуемости и в меньшей степени подвержен влиянию среды. Поэтому его изменчивость вызвана генетическими факторами, в частности действием аддитивных генов, и является одним из важных признаков, по которому надо вести целенаправленную селекционную работу для повышения продуктивности конопли.

Учитывая вышеизложенное, при создании нового исходного материала путем отборов из гибридных популяций одна из родительских форм популяции должна иметь высокую массу 1000 семян, обусловленную наследственностью.

Более высокую массу 1000 семян формируют сорта среднерусского экотипа.

Так, масса 1000 семян у них составляла: 17,5 г; 18,1 г; 18,6 г соответственно. Для южных сортов было характерным формирование более низкой массы 1000 семян. В зависимости от года исследований средний показатель по сортам данного экотипа составлял: 15,2 г; 14,9 г.; 15,4 г. (Таблица 8).

Таблица 8 – Оценка вероятности различий родительских сортов исходного материала по признаку «масса 1000 семян»

Исходные сорта	Масса 1000 семян, г			Среднее по сортам
	2018	2019	2020	
<b>Южный экотип</b>				
Зеница	16,3	15,3	16,5	16,0
Омегадар 1	15,0	15,1	15,5	15,2
Кубанка	13,9	14,1	14,3	14,1
Южанка	15,4	15,0	15,3	15,2
Среднее по годам	15,2	14,9	15,4	<b>15,1</b>
<b>Среднерусский экотип</b>				
Сурская	17,8	18,2	19,0	18,3
Юлиана	15,4	16,5	16,9	16,3
Вера	18,0	18,4	18,6	18,3
Надежда	18,7	19,2	20,0	19,3
Среднее по годам	17,5	18,1	18,6	<b>18,1</b>
Значение $t$ – критерия Стьюдента при уровне значимости $P = 0,05$ $t_{\phi} = 5,78 > t_{\tau} 2,086$ – гипотеза $H_0$ отвергается				

Однако наличие стабильной разницы показателей массы 1000 семян между сортами южного и среднерусского происхождения не дает основания считать, что признак контролируется разными системами действия аддитивных генов.

Основным вопросом, возникающим при анализе средних показателей двух выборок, является вопрос о наличии различий между ними.

Статистическая проверка гипотезы о равенстве средних показателей массы 1000 семян сортов южного и среднерусского экотипов (15,1 г и 18,1 г) установила, что с вероятностью 95% родительские формы по признаку «масса 1000 семян» генетически удалены и между ними различия, обусловленные наследственностью. Фактическое значение t-критерия Стьюдента получено выше теоретического ( $t_{\phi} = 5,78 > t_{\tau} 2,086$ ).

Урожайность с единицы площади зависит от количества растений на данной площади и их индивидуальной продуктивности. Поэтому признак продуктивности, выраженный показателем массы семян, формируемой на растении, является одним из основополагающих при подборе пар для скрещивания. Рекомбинантные формы чаще возникают при наличии генотипической разнокачественности родительских форм по основным признакам продуктивности. Так как в результате кроссинговера аллельные гены, бывшие в составе групп сцепления у родительских особей, разделяются и формируют новые сочетания, попадающие в гаметы. Происходит рекомбинация генов.

Результаты анализа родительских форм по признаку «масса семян на растение» приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка вероятности различий родительских сортов исходного материала по признаку «масса семян на растение»

Исходные сорта	Масса семян на растение, г			Среднее по сортам
	2018	2019	2020	
Южный экотип				
Зеница	5,8	6,2	6,0	6,0
Омегадар 1	5,9	4,8	5,8	5,5
Кубанка	6,3	6,0	5,5	5,9
Южанка	5,5	6,3	6,0	5,9
Среднее по годам	5,9	5,8	5,8	<b>5,8</b>
Среднерусский экотип				
Сурская	5,0	4,2	4,8	4,7
Юлиана	3,8	4,6	3,9	4,1
Вера	4,1	4,3	4,7	4,4
Надежда	3,7	4,2	4,5	4,1
Среднее по годам	4,2	4,3	4,5	<b>4,3</b>
Значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости P – 0,05 $t_{\phi} = 3,10 > t_{\tau} 2,086$ – гипотеза $H_0$ отвергается				

Сравнивая среднюю по годам массу семян на одно растение, можно сделать вывод, что более высокой индивидуальной продуктивностью растения характеризуются сорта южного экотипа. Показатель признака у данной группы сортов составлял 5,8–5,9 г, у сортов среднерусского экотипа – 4,2–4,5 г. В целом средний показатель продуктивности растений всей совокупности сортов южного экотипа был 5,8 г, сортов среднерусского экотипа – 4,3 г. Разница между средними показателями экотипов составляла 1,5 г.

Очевидно, что различие между двумя группами сортов достаточно большое. Однако о вероятности генотипического различия между ними можно судить по критерию Стьюдента. Проверка гипотезы методом вариационной статистики о равенстве средних показателей массы семян на одно растение сортов южного и среднерусского экотипов (5,8 г и 4,3 г) показала, что с вероятностью 95% родительские формы по признаку «масса семян на растение» генетически удалены и различия между ними обусловлены генетическими факторами. Так как расчетное фактическое значение  $t$  – критерия Стьюдента выше теоретического ( $t_{\text{ф}} = 3,10 > t_{\text{т}} 2,086$ ).

В селекции любой культуры главным результирующим показателем является урожайное свойство, то есть количество основной продукции, полученное с единицы площади.

В селекции конопли посевной однодомной основной задачей является выведение высокоурожайных по волокну и семенам сортов. В связи с этим при подборе родительских пар для гибридизации необходимо учитывать комплекс признаков, оптимальное сочетание которых повышает урожайные свойства двух направлений – волокну и семенам.

Оценивая данные по семенной продуктивности родительских форм, можно отметить, что средний показатель по сортам за годы исследования был выше у сортов среднерусского экотипа – 1,37 т/га. Сорта южного экотипа имели более низкий средний показатель семенной продуктивности – 1,27 т/га. Разница средних показателей между сортами, относящимися к разным экотипам, состав-

ляла 0,1 т/га. Однако сделать вывод о том, что величина полученной разницы обусловлена факторами внешней среды или наследственной изменчивостью, сложно. Для оценки достоверности различий по урожайным свойствам между экотипами рассчитывали критерий Стьюдента. Результаты показали, что при уровне значимости  $P = 0,05$  с вероятностью 95% между экотипами разницы по урожайности семян отсутствует. Значение t-критерия Стьюдента  $t_{\phi} = 0,54 < t_{\tau} 2,131$  – гипотеза  $H_0$  не отвергается.

Урожайные свойства родительских форм конопли южного и среднерусского экотипов, выраженные количеством семян и стеблей, получаемого с единицы площади (т/га), приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Оценка вероятности различий родительских сортов исходного материала по продуктивности, т/га

Исходные сорта	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	семян	стеблей	семян	стеблей	семян	стеблей
Южный экотип						
Зеница	0,3	8,0	0,4	10,0	0,4	9,0
Омегадар 1	1,7	15,2	1,5	16,2	1,7	16,0
Кубанка	1,2	15,0	1,3	16,4	1,4	15,8
Южанка	1,7	17,3	1,8	18,2	1,6	17,0
Среднее	1,2	13,9	1,3	15,2	1,3	14,4
Среднерусский экотип						
Сурская	0,9	10,1	1,2	12,2	1,3	12,0
Юлиана	1,8	7,9	1,5	7,2	1,6	7,4
Вера	1,2	10,5	1,3	12,2	1,2	12,4
Надежда	1,3	10,6	1,4	10,9	1,3	11,0
Среднее	1,3	9,8	1,4	10,6	1,4	10,7
Значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости $P = 0,05$ по урожайности семян $t_{\phi} = 0,54 < t_{\tau} 2,131$ – гипотеза $H_0$ не отвергается						
Значение t-критерия Стьюдента при уровне значимости $P = 0,05$ по урожайности стеблей $t_{\phi} = 8,97 > t_{\tau} 2,131$ – гипотеза $H_0$ отвергается						

Анализируя урожайные свойства родительских форм конопли южного и среднерусского экотипов, выраженные урожаем стеблей, получаемого с единицы площади, было установлено, что сорта южного экотипа формируют большее количество данной продукции. Так, в среднем, по годам исследований сорта южного экотипа формировали урожайность стеблей 13,9 т/га,



15,2 т/га и 14,4 т/га соответственно. Сорты среднерусского экотипа по годам исследований характеризовались меньшей урожайностью стеблей – 9,8 т/га, 10,6 т/га и 10,7 т/га.

Проверка гипотезы о равенстве средних показателей вариационных рядов урожайности стеблей сортов южного и среднерусского экотипов (14,5 т/га и 10,4 т/га) показала, что с вероятностью 95% родительские формы обладают различным потенциалом урожайных свойств, генетически удалены и различия между ними обусловлены наследственными факторами. Так как расчетное фактическое значение t-критерия Стьюдента выше теоретического ( $t_{ф} = 8,97 > t_{т} 2,086$ ).

Биологической особенностью растений конопли является наличие в них особого класса органических веществ – каннабиноидов – из которых основным психотропным веществом является тетрагидроканнабинол (ТГК). Поэтому для предотвращения возможного использования конопли как источника для получения наркотических веществ в селекции данной культуры обязательной задачей является создание сортов, не обладающих наркотической активностью. В связи с этим в гибридизацию необходимо привлекать формы с низким содержанием тетрагидроканнабинола (ТГК).

Сорта южного и среднерусского экотипов содержат допустимое количество тетрагидроканнабинола (Таблица 11).

Таблица 11 – Содержание тетрагидроканнабинола у родительских сортов исходного материала, %

Исходные сорта	Содержание, %			Среднее по сортам
	2018	2019	2020	
Южный экотип				
Зеница	0,06	0,05	0,05	0,05
Омегадар 1	0,07	0,05	0,07	0,06
Кубанка	0,06	0,05	0,04	0,05
Южанка	0,07	0,05	0,06	0,06
Среднерусский экотип				
Сурская	0,04	0,03	0,02	0,03
Юлиана	0,02	0,03	0,02	0,02
Вера	0,02	0,04	0,02	0,03
Надежда	0,01	0,04	0,03	0,03

Можно отметить общую тенденцию, что сорта южного экотипа содержат ТГК в допустимых пределах, но стабильно несколько большего содержания по сравнению с сортами среднерусского экотипа. В настоящее время законодательно установлено, что в сортах конопли содержание тетрагидроканнабинола не должно превышать 0,1%.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать обобщающее заключение:

– родительские сорта различных экотипов, привлеченные в гибридизацию с целью получения нового исходного материала для селекции конопли, с вероятностью 95% имеют генетическую удаленность по признакам: длины вегетационного периода, высоты растений, массы 1000 семян, массы семян с растения и урожайным свойствам, выраженные сбором семян и стеблей, получаемого с единицы площади;

– использование в гибридизации родительских форм, характеризующихся наследственно разнокачественными признаками и свойствами, повышает вероятность отбора новых ценных рекомбинантных форм для селекции конопли.

### **3.2 Оценка селекционного материала по содержанию каннабиноидных соединений**

Растения конопли в соцветиях и листьях содержат особую группу органических веществ – каннабиноиды – вещества группы терпенфенольных соединений, производных 2-замещённого 5-амилрезорцина.

Экспериментально подтверждено, что каннабиноиды присутствуют в конопле на протяжении всего периода вегетации. Следы этих соединений детектируются в корнях и стеблях. В листьях содержание каннабиноидов возрастает от нижнего яруса к верхнему. В течение всего периода вегетации преобладающим каннабиноидом у сортов среднерусской конопли является КБД, его содержание в 3-100 раз выше, чем содержание ТГК и КБН. Содержание каннабиноидов в листьях верхнего яруса возрастает от фазы пророст-

ков до фазы цветения. Содержание ТГК в листьях снижается от точки роста к нижним ярусам. Максимальное содержание ТГК отмечено в фазу цветения в верхушечной части растения. В районированных сортах среднерусской конопли содержание ТГК в верхней части метелок составляет 0,03-0,07%, что в 1,4-3,3 раза ниже законодательно допустимого уровня (Зеленина О.Н., Смирнов А.А., 2010).

С середины прошлого века появилась угроза использования посевной конопли как сырья для получения препаратов, вызывающих наркотический эффект. Было установлено, что основным психоактивным компонентом конопли является тетрагидроканнабинол (ТГК), относящийся к каннабиноидам – группе терпенфенольных соединений – производных 2-замещённого 5-амилрезорцина. Наиболее часто в растениях конопли содержатся каннабидиол (КБД), каннабинол (КБН) и ТГК. Галлюциногенным действием обладает только ТГК. Каннабидиол и КБН сами психотропным действием не обладают, но способны вносить некоторые дополнения в эффект ТГК. Высказывается мнение, что КБД обладает седативным эффектом и является антагонистом ТГК (Лазурьевский Г.В., 1972; Clarke R.C., 1980; Grotenhermen E., 1998; Зеленина О.Н., Смирнов А.А., 2010).

Учитывая вышеизложенное, тетрагидроканнабинол и его изомеры включены в список «Наркотические средства и психотропные вещества, оборот которых на территории Российской Федерации запрещен» перечня наркотических средств и психотропных веществ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30 июля 1998 г. № 681, а также Постановлением Правительства РФ от 8 июля 2006 г. № 421 «О внесении изменений в некоторые постановления Правительства РФ по вопросам, связанным с оборотом наркотических средств и психотропных веществ».

Поэтому основной задачей в селекции конопли является снижение содержания в растениях каннабиноидов.

В настоящих исследованиях в новых селекционных образцах идентифицировали и определяли сумму содержания каннабиноидов: тетрагидроканнабинола (ТГК), каннабидиола (КБД), каннабинола (КБН), каннабихромена (КБХ) (Приложение А Таблица 1).

Сумма основных каннабиноидов в какой-то мере зависит от погодных условий, которые складываются в период вегетации конопли. Так, например, среднее значение содержания каннабиноидов в 2018 г. было 1,438%, в 2019 – 2,383% и в 2020 – 1,912% (Таблица 12).

Таблица 12 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по содержанию суммы основных каннабиноидов в растениях, %

Показатель	Содержание суммы основных каннабиноидов, %			
	2018	2019	2020	
Среднее значение*	1,438*	2,383*	1,912*	
Стандартное отклонение	0,427	0,524	0,415	
Минимальное значение	0,269	0,952	0,690	
Максимальное значение	2,393	3,515	2,957	
Размах	2,124	2,563	2,267	
Коэффициент вариации (V), %	29,7	22,0	21,7	
Доля значений в области	$\mu \pm \sigma$	66,0	67,0	68,0
	$\mu \pm 2\sigma$	95,0	95,0	95,0
	$\mu \pm 3\sigma$	100,0	100,0	100,0

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 1 приложения А

Совокупность селекционных образцов по содержанию суммы основных каннабиноидов характеризовалась высокими значениями коэффициентов вариации – 29,7%, 22,0% и 21,7% по годам исследования соответственно. Данные значения свидетельствуют о достаточном разнообразии и высокой вероятности отбора образцов с приемлемыми параметрами содержания каннабиноидов.

Рассматривая доли значений стандартного отклонения от среднего показателя суммы основных каннабиноидов, можно отметить, что совокупность значений образцов характеризуется нормальным распределением. Следовательно, для селекционной практики будут представлять ценность образцы, у которых показатель содержания каннабиноидов меньше на величину стандартного отклонения от среднего значения всей совокупности образцов. Образцы с пониженным содержанием основных каннабиноидов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Селекционные образцы с пониженным содержанием основных каннабиноидов в растениях

Распределение селекционных образцов в отрицательной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
образцы в области $\mu - \sigma$	образцы в области $\mu - 2\sigma$	образцы в области $\mu - 3\sigma$
2018г.		
К-11*; К-3; К-6*; О-10; О-8*; К-7*; О-17*; З-4*; К-4; К-1*; О-13; М-1; С-1; О-14*	К-9; О-4*; К-5; О-7*	О-15**
2019 г.		
О-7*; К-11*; К-6*; О-2; К-2; О-8*; З-3; О-4*; О-14*; О-17*; О-3; О-18; О-11; О-9; С-1	К-7*; К-1*; З-4*	О-15**
2020 г.		
К-9; О-7*; К-11*; К-2; О-8*; О-17*; О-3; О-2; З-4*; К-5; К-4; К-1*; О-9; О-13; М-1	О-4*; О-14*; К-7*; К-6*	О-15**

Примечание: \* – образцы, которые за все годы исследования имели значения содержания основных каннабиноидов стабильно ниже среднего значения всей совокупности образцов;

\*\* – образец, который во все годы исследования характеризовался самым низким содержанием основных каннабиноидов

Селекционные образцы, представленные в таблице, разделены на группы. В первую группу вошли формы с меньшим содержанием каннабиноидов на одну величину стандартного отклонения, во вторую группу – на две величины и в третью группу – на три величины стандартного отклонения от среднего значения.

В зависимости от погодных условий, которые складываются в период вегетации, параметры, характеризующие содержание основных каннабиноидов как пониженное, значительно меняются.

Так, например, в 2018 г. в области отрицательных значений образцы с пониженным содержанием каннабиноидов укладывались в параметры от 1,395% до 0,269% (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Содержание основных каннабиноидов у лучших образцов, 2018 г.

В 2019 г. образцы с пониженным содержанием укладывались в область отрицательных значений в пределах от 2,353% до 0,952% (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Содержание основных каннабиноидов у лучших образцов, 2019 г.

Образцы с пониженным содержанием каннабиноидов в 2020 г. имели параметры отрицательных значений от 1,911% до 0,690% (Рисунок 6).



Рисунок 6 – Содержание основных каннабиноидов у лучших образцов, 2020 г.

Таким образом, в зависимости от года параметры образцов, укладываемые в область отрицательных значений, меняются. Соответственно, в одних условиях образец может находиться в области отрицательных значений и классифицироваться как форма с пониженным содержанием каннабиноидов, в других условиях эта же форма может находиться в области положительных значений и классифицироваться как форма с повышенным содержанием каннабиноидов.

Учитывая, что параметры области отрицательных значений – относительные величины и в определенной мере меняются от условий года, то за критерий отбора целесообразно использовать стабильность образца формировать значения содержания каннабиноидов ниже средней величины всей совокупности образцов, независимо от года.

Поэтому наибольший интерес представляют селекционные образцы: О-8; О-17; К-11; К-1; О-7; З-4; О-14; К-6; О-4; К-7; О-15. Данные формы за годы исследований имели значения содержания основных каннабиноидов стабильно ниже среднего значения всей совокупности образцов и находились в пределах 2,309–0,269%. Таким образом, можно констатировать, что для данных образцов накапливать низкое количество каннабиноидов, при различных погодных условиях, обусловлено генотипом.

Особое внимание заслуживает селекционный образец О-15, который во все годы исследований характеризовался самым низким накоплением основных каннабиноидов (1,107–0,269%).

Другой важной задачей в селекции конопли является снижение содержания тетрагидроканнабинола (ТГК). Это один из основных каннабиноидов, который обладает наркотическим действием. Тетрагидроканнабинол относится к психотропным веществам и включен в Список 1 психотропных веществ, находящихся под международным контролем в соответствии с Конвенцией о психотропных веществах 1971 года.



Законодательно установлено, что в сортах конопли содержание тетрагидроканнабинола не должно превышать 0,1%.

Тетрагидроканнабинол содержится в соцветиях и листьях конопли частично в виде изомера дельта-8-ТГК, частично – в виде бутилового и пропилового аналогов и тетрагидроканнабиноловой кислоты. Достигает максимальной концентрации в период цветения; после сброса пыльцы (у поскони) или оплодотворения (у матёрки) постепенно преобразуясь в каннабинол.

Совокупность значений тетрагидроканнабинола в образцах конопли обрабатывали методами вариационной статистики. Результаты статистической характеристики содержания тетрагидроканнабинола в растениях новых образцов конопли посевной приведены в таблице 14 (Приложение А Таблица 2).

Таблица 14 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по содержанию тетрагидроканнабинола, %

Показатель	Содержание тетрагидроканнабинола, %			
	2018	2019	2020	
Среднее значение*	0,046*	0,070*	0,058*	
Стандартное отклонение	0,014	0,016	0,013	
Минимальное значение	0,009	0,032	0,023	
Максимальное значение	0,076	0,111	0,094	
Размах	0,067	0,79	0,071	
Коэффициент вариации (V), %	30,4	22,8	22,7	
Доля значений в области	$\mu \pm \sigma$	66,0	68,0	100,0
	$\mu \pm 2\sigma$	95,0	95,0	100,0
	$\mu \pm 3\sigma$	100,0	100,0	100,0

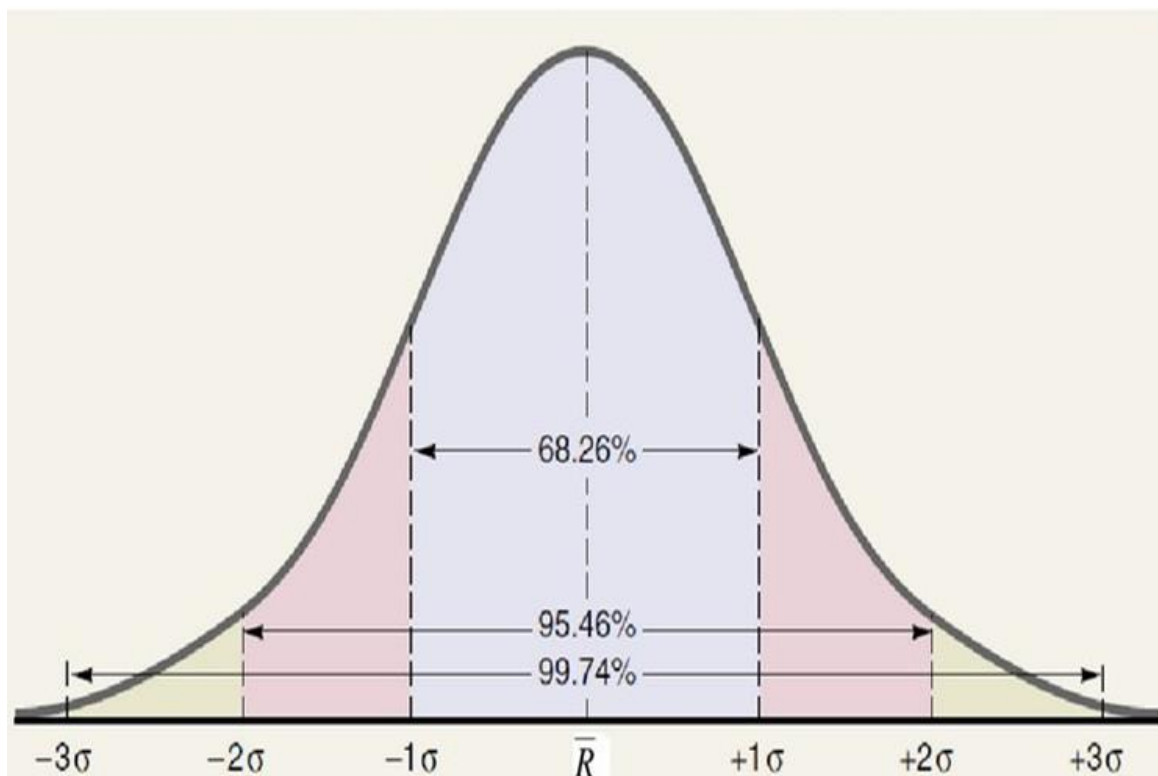
Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 2 приложения А

Анализируя значения, характеризующие новый селекционный материал по содержанию тетрагидроканнабинола, можно отметить, что накопление данного органического вещества во многом зависит от условий, которые складываются в период вегетации. О чем свидетельствуют значительные отличия средних значений содержания тетрагидроканнабинола по годам исследований. Например, в 2018 году среднее содержание этого каннабинола в новых образцах составляло 0,046%, в 2019 году содержание было 0,070% и в 2020 году – 0,058% (Таблица 14, Приложение А Таблица 2).

Содержание тетрагидроканнабинола у образцов значительно варьирует. Коэффициент вариации в зависимости от года составлял 30,4%, 22,8% и 22,7% соответственно, что указывает на высокую изменчивость признака.

В селекционной практике часто с целью обоснования параметров отбора признака в качестве инструмента оценки используют стандартное или среднеквадратичное отклонение – это наиболее объективный показатель рассеивания значений величины относительно среднего показателя признака.

В настоящих исследованиях вариационный ряд селекционных образцов по содержанию тетрагидроканнабинола носит характер нормального распределения (Рисунок 7).



<b>-0,004</b>	<b>-0,018</b>	<b>- 0,032</b>	<b>0,046</b>	<b>+0,060</b>	<b>+0,074</b>	<b>+0,088</b>
<b>-0,022</b>	<b>-0,038</b>	<b>-0,054</b>	<b>0,070</b>	<b>+0,086</b>	<b>+0,102</b>	<b>+0,118</b>
<b>-0,019</b>	<b>-0,032</b>	<b>-0,045</b>	<b>0,058</b>	<b>+0,071</b>	<b>+0,084</b>	<b>+0,097</b>

Рисунок 7 – Распределение нового селекционного материала по содержанию тетрагидроканнабинола, %

Соответственно подчиняется правилу трех сигм, которое заключается в том, что при нормальном распределении практически все значения величины с вероятностью 0,9973 лежат в пределах трех сигм в любую сторону от математического ожидания, то есть находятся в диапазоне  $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ .

Анализируя область положительных значений, было установлено, что только один образец в 2019 г. (З-1) превышал законодательно допустимое содержание ТГК, которое составляло 0,111% при допустимом 0,1%.

Селекционные образцы, расположившиеся в области отрицательных значений по содержанию ТГК, можно характеризовать как формы с пониженным содержанием данного органического вещества (Таблица 15).

Таблица 15 – Селекционные образцы с пониженным содержанием тетрагидроканнабинола в растениях

Распределение селекционных образцов в отрицательной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
образцы в области $\mu - \sigma$	образцы в области $\mu - 2\sigma$	образцы в области $\mu - 3\sigma$
2018 г.		
О-8, О-10, К-2, К-6*, К-3, К-11*, О-5*, С-1*, О-13, О-9*, К-1, К-4*, К-5, З-4*, О-2, О-12*, О-17, О-14*, К-7*, К-9, М-1, О-7	О-4*	О-15**
2019 г.		
С-1*, М-1, О-9*, О-11, О-1, К-4*, З-4*, К-10, О-12*, О-3, К-11*, О-5*, О-7	О-4*, О-2, О-14*, К-6*	К-7*, О-15**
2020 г.		
С-1*, М-1, О-9*, К-4*, З-4*, К-10, О-2, О-12*, О-17, О-14*, О-8, К-3, К-11*, О-5*, К-9	О-4*, К-7*, К-6*, О-7	О-15**

Примечание: \* – образцы, которые за все годы исследования имели значения содержания ТГК стабильно ниже среднего значения всей совокупности образцов;  
 \*\* – образец, который во все годы исследования характеризовался самым низким содержанием ТГК

Представленные в таблице 15 селекционные образцы характеризовались содержанием тетрагидроканнабинола ниже среднего значения всей совокупности селекционных форм.

Особое селекционное значение имеют образцы, у которых содержание тетрагидроканнабинола стабильно, независимо от года исследований, было ниже средневидового показателя.

Сравнительный анализ показал, что к стабильным формам с пониженным содержанием тетрагидроканнабинола можно отнести следующие образцы: С-1, О-9, К-4, З-4, О-12, К-11, О-5, О-4, О-15, К-7, К-6, О-14.

Выделившиеся образцы, стабильно содержащие пониженное количество тетрагидроканнабинола, в зависимости от года, характеризовались определенными параметрами. Так, в 2018 г. содержание тетрагидроканнабинола составляло 0,044–0,009%, в 2019 – в пределах 0,067–0,036% и в 2020 г. – 0,054–0,023% (Рисунок 8).

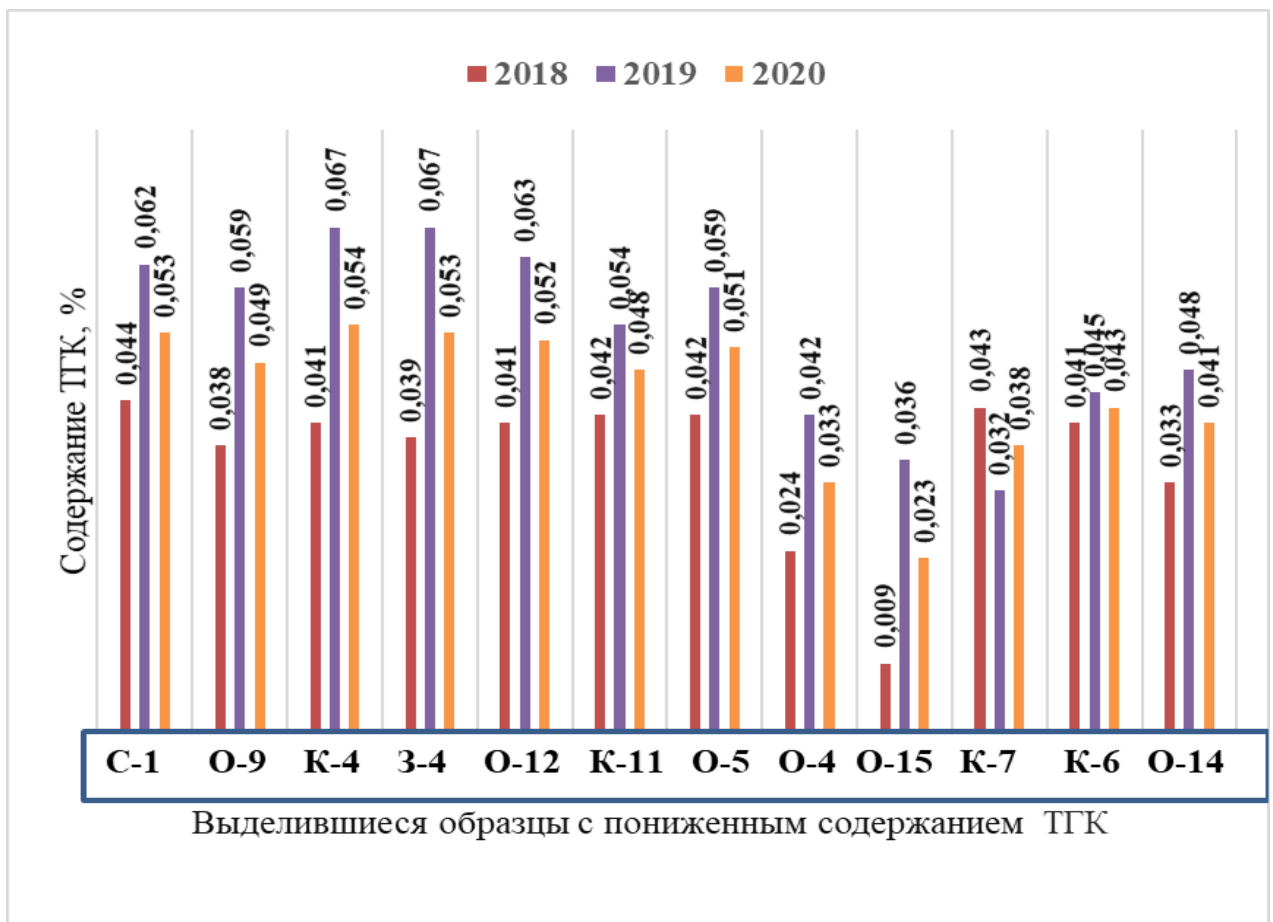


Рисунок 8 – Содержание ТГК у лучших образцов

Особую селекционную ценность представляет образец О-15, который во все годы исследований содержал самое низкое количество тетрагидроканнабинола – 0,036–0,009%, что в 2 раза меньше, чем содержание ТГК у родительских форм.

### **3.3 Результаты оценки по содержанию обычной поскони**

Изучение закономерностей наследования признака однодомности и генетических механизмов её проявления показали, что неустойчивость признака обусловлена взаимодействием большого количества генов у множественных аллелей половых хромосом и генетических факторов аутосом мужского и женского пола разной валентности.

В результате реверсии рецессивных генов в доминантные процесс изменения пола у однодомных растений постоянно направлен на выщепление в популяции поскони, т. е. срабатывают эволюционно сформированные генетические механизмы превращения однодомной конопли в двудомную.

В селекции однодомной конопли для создания исходного материала применяют методы гибридизации, инбридинга и отбора. Однако используемые методы не позволяют изменить биологические особенности культуры и сформировать популяцию с абсолютной степенью устойчивости признака однодомности, что позволило бы обойтись без браковки поскони, содержание которой является основным показателем, характеризующим стабильность данного признака в конкретной форме.

Поэтому контроль наличия поскони нуждается в непрерывном поддержании селекционно-семеноводческими методами.

Основным моментом селекционной работы является изменение состава селекционного материала по половым типам. Основные половые типы однодомной конопли – однодомная феминизированная посконь и однодомная матерка, созревающие одновременно. В качестве примесей встречаются в небольшом количестве растения обычной матерки и обычной поскони.

Многократный отбор однодомных растений, проводимый в условиях надежной пространственной изоляции и тщательной сортовой прополки, устойчиво обеспечивает в течение ряда лет высокий процент однодомных и феминизированных растений с незначительной примесью обычной поскони.

Исследовался 41 образец, из них по годам исследований 21 образец (или 51%) не выщепляли посконь. Вместе с тем стабильным отсутствием обычной поскони обладали 15 гибридных комбинаций (или 36,6%) изученных образцов за весь период исследований. К стабильным формам были отнесены следующие образцы гибридных комбинаций: Ю-1, О-11, К-8, К-1, О-16, К-5, О-4, О-3, О-17, О-14, З-3, К-6, О-5, З-6, О-15.

В настоящих исследованиях содержание обычной поскони у исследуемых селекционных образцов варьировало от 0 до 7% (Приложение А Таблица 3). Распределение селекционных образцов однодомной конопли по наличию поскони представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Наличие поскони в селекционных образцах, %

Распределение селекционных образцов по наличию поскони:							
0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%
2018 г.							
Ю-1*, О-6, О-11*, О-18, К-8*, К-1*, О-16*, К-5*, К-10, О-4*, О-2, О-12, О-3*, О-17*, О-14*, З-3*, О-8, К-6*, О-5*, З-6*, О-15*	С-1, О-9, З-1, О-10, К-7, К-3	К-9, К-11, З-4, О-1, В-1, О-13	Н-1, О-7, К-4	З-5	З-2	Ю-2	М-1
2019 г.							
З-3*, З-5, З-6*, К-1*, К-3, К-5*, К-6*, К-7, К-8*, К-9, М-1, О-11*, О-14*, О-15*, О-16*, О-17*, О-3*, О-4*, О-5*, Ю-1*, Ю-2	О-18, К-4, К-10, О-2, О-12, О-8, О-7	С-1, Н-1, О-13, О-9, О-1, К-11, К-9	О-6	З-1	О-10, К-2	В-5	–
2020 г.							
Ю-1*, О-11*, О-18, К-8*, О-1, К-1*, О-16*, К-5*, О-4*, О-2, О-3*, О-17*, О-14*, К-7, З-3*, К-2, К-6*, О-5*, З-6*, О-7, О-15*	О-8, М-1, Ю-2, К-10, О-12, К-3, К-11, К-9	С-1, О-13, О-6, О-9, К-4, З-5	З-1, З-4, Н-1	В-1, З-2			

Примечание: \* – образцы, которые обладали стабильным отсутствием поскони на протяжении всего исследования

Отсутствие поскони в посевах конопли является важным признаком, позволяет добиваться высоких показателей по семенной продуктивности и однородности по качеству волокна.

### **3.4 Особенности морфологических признаков нового селекционного материала**

Гибридизация с последующим отбором и оценкой селекционных образцов по главным морфологическим признакам являются основными селекционными инструментами формообразовательного процесса, обеспечивающего разнообразие признаков по степени их проявления, что обуславливает различную продуктивность.

Важным морфологическим признаком является высота растений. Основные статистические показатели селекционного материала по признаку высоты растений приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку высоты растений, см

Показатель	Высота растений, см		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	193,4*	181,6*	187,7*
Стандартное отклонение	24,3	24,9	20,7
Минимальное значение	122,0	128,0	125,0
Максимальное значение	234,0	254,0	233,0
Размах	112,0	126,0	108
Коэффициент вариации (V), %	12,5	13,7	11,0

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 1 приложения Б

Среднее значение высоты растений новых образцов в зависимости от года составляло 181,6–193,4 см (Приложение Б Таблица 1). Стандартные отклонения от средних значений признака по годам были относительно стаб-

бильны – 24,3 см, 24,9 см и 20,7 см. Коэффициент вариации характеризовался средней изменчивостью – 12,5%, 13,7% и 11,0%.

Другим важным морфологическим признаком в селекции конопли является техническая длина стебля. Среднее значение технической длины стебля нового селекционного материала составляло 150,0–164,8 см (Таблица 18).

Таблица 18 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку технической длины стебля, см

Показатель	Высота растений, см		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	161,8*	150,0*	156,1*
Стандартное отклонение	21,5	21,0	18,9
Минимальное значение	104,0	102,0	103,0
Максимальное значение	203,0	208,0	194,0
Размах	99,0	106,0	91,0
Коэффициент вариации (V), %	13,3	14,0	12,1

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным из таблицы 1 приложения Б

Стандартные отклонение от средних показателей по годам были стабильны, характеризую средний разброс показателей признака в совокупности образцов. Минимальные и максимальные значения технической длины стебля сильно колебались от 102 см (очень короткая) до 208 см (очень длинная) (Приложение Б Таблица 1). Вариационная изменчивость данного признака характеризовалась как средняя (13,3%, 14,0% и 12,1% соответственно по годам).

Диаметр стебля конопли в определенной степени связан с выходом волокна. Поэтому данный морфологический признак может служить косвенным показателем оценки селекционного материала.

Характеристика основных статистических показателей нового селекционного материала по признаку диаметра стебля приведена в таблице 19.



Таблица 19 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку диаметра стебля, мм

Показатель	Диаметр стеблей, мм		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	7,07*	6,56*	7,12*
Стандартное отклонение	1,12	0,97	0,87
Минимальное значение	4	4	4
Максимальное значение	10	9	9
Размах	6	5	5
Коэффициент вариации (V), %	16,0	15,0	12,2

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 1 Приложения Б

Оценивая средний показатель совокупности селекционных образцов, можно отметить, что погодные условия в период вегетации оказывают существенное влияние на признак «диаметр стебля». Так, в менее благоприятном 2019 году среднее значение диаметра стебля составляло 6,56 мм, что на 7,2% и 7,9% меньше по сравнению с более благоприятными годами для роста и развития конопли (2018 и 2020гг.).

Стандартное отклонение от средних показателей по годам характеризуется средней величиной разброса признака в совокупности образцов. Минимальные и максимальные значения диаметра стебля сильно колебались от 4 мм до 10 мм (Приложение Б Таблица 1). Вариационная изменчивость диаметра стебля характеризовалась как средняя (16,0%, 15,0% и 12,2% соответственно по годам).

Одним из главных морфологических признаков в селекции однодомной конопли является длина соцветия. Данный признак зависит не только от генотипа, который обуславливает границы модификационной изменчивости, но и условий выращивания, особенно в период фазы «бутонизация-цветение». Длина соцветия в какой-то мере связана с семенной продуктивностью растения, поэтому косвенно может служить критерием отбора продуктивных форм.

Статистические показатели признака «длина соцветия» нового селекционного материала приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку длины соцветия, см

Показатель	Длина соцветия, см		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	31,3*	31,6*	31,7*
Стандартное отклонение	9,1	10,9	7,4
Минимальное значение	13	14	21
Максимальное значение	50	64	54
Размах	37	50	33
Коэффициент вариации (V), %	28,9	34,5	23,2

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 1 Приложения Б

Средний показатель длины метелки всей совокупности образцов составлял 31,3–31,7 см и практически не менялся по годам исследования (Таблица 1 Приложения Б). Однако стандартное отклонение от среднего показателя было высокое (9,1 см, 10,9 см и 7,4 см). Размах признака длины соцветия также был высоким – 37 см, 50 см и 33 см соответственно. В совокупности изучаемых образцов у отдельных форм длина соцветия достигала максимальных значений 50–64 см. Минимальные значения данного признака составляли от 13 до 21 см. Высокие показатели стандартного отклонения от среднего значения предопределили высокую степень изменчивости длины соцветия. Коэффициент вариации менялся по годам, но характеризовался показателями, которые в вариационной статистике принято считать значениями высокой изменчивости. Так, коэффициент вариации признака в 2018 году был 28,9%, в 2019 – 34,5% и в 2020 году – 23,2%.

Можно отметить, что высокое разнообразие селекционных образцов конопли по признаку длины соцветия в какой-то мере повышает эффективность отбора форм с оптимальными параметрами данного признака, обеспечивающего лучшую потенциальную продуктивность семян.

Статистические характеристики основных морфологических признаков выражают степень проявления их в конкретных почвенно-климатических условиях и показывают пределы модификационной изменчивости, в которых тот или иной признак существует. В свою очередь, пределы модификационной

изменчивости морфологических признаков определяются генотипом конкретной формы. Поэтому для понимания процесса формообразования и разработки приемов управления селекционным процессом важно знать взаимосвязь основных морфологических признаков конопли однодомной.

Силу связи отражает величина коэффициента корреляции. При оценке силы связи коэффициентов корреляции ( $r$ ) можно использовать шкалу Чеддока:  $r$  от 0 до 0,3 – очень слабая; от 0,3 до 0,5 – слабая; от 0,5 до 0,7 – средняя; от 0,7 до 0,9 – высокая; от 0,9 до 1 – очень высокая.

Учитывая вышеизложенное, представлялось целесообразным выяснить, тесноту взаимосвязи между основными морфологическими признаками растений. С этой целью рассчитывали коэффициент корреляции. Для того чтобы определить стабильность взаимосвязей морфологических признаков, расчеты коэффициентов корреляции проводили по каждому году исследований.

Анализируя корреляционную взаимозависимость между высотой растений и технической длиной стебля, было установлено, что между этими признаками имеется сильная взаимосвязь. Коэффициент корреляции по годам исследований составлял:  $r = 0,934$ ;  $r = 0,900$ ;  $r = 0,935$  соответственно. Необходимо отметить, что коэффициент корреляции между высотой растений и технической длиной стебля стабильный и не зависит от условий выращивания. Коэффициент детерминации показал, что изменение высоты растений на 81–87% обуславливают различия технической длины стебля ( $r^2 = 0,8731$ ;  $r^2 = 0,8115$ ;  $r^2 = 0,8746$  соответственно по годам исследований). Графическое изображение корреляционной взаимосвязи высоты растений и технической длины стебля представлено на рисунках 9, 10, 11.

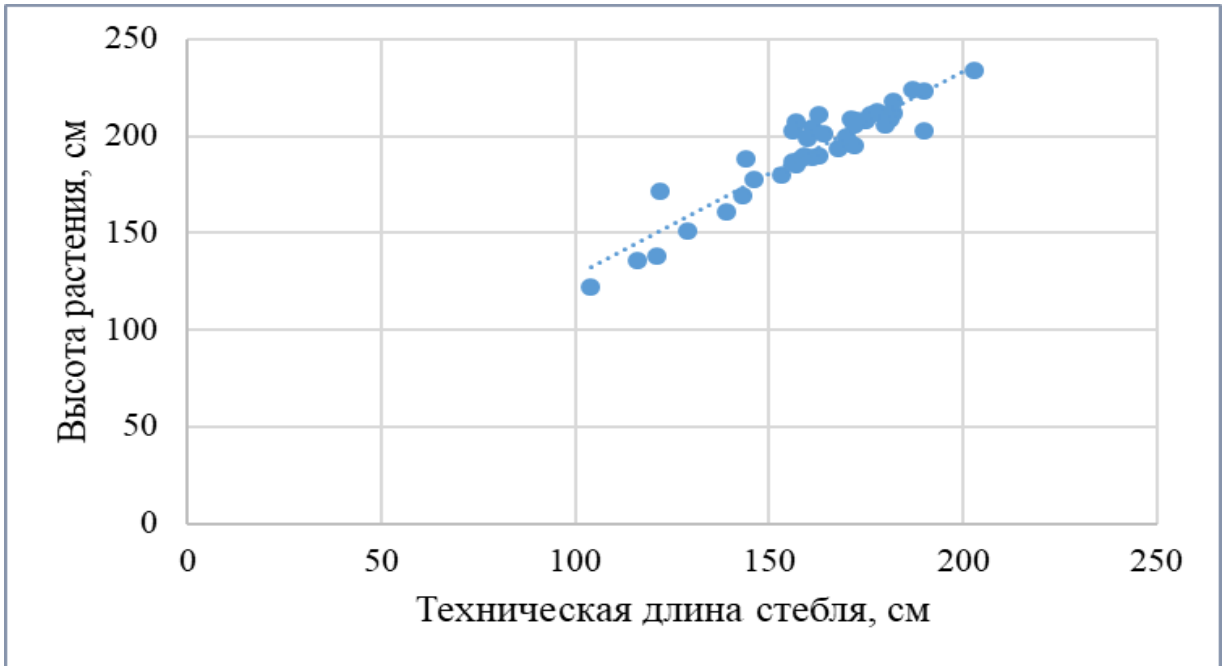


Рисунок 9 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и технической длиной стебля, 2018 г.

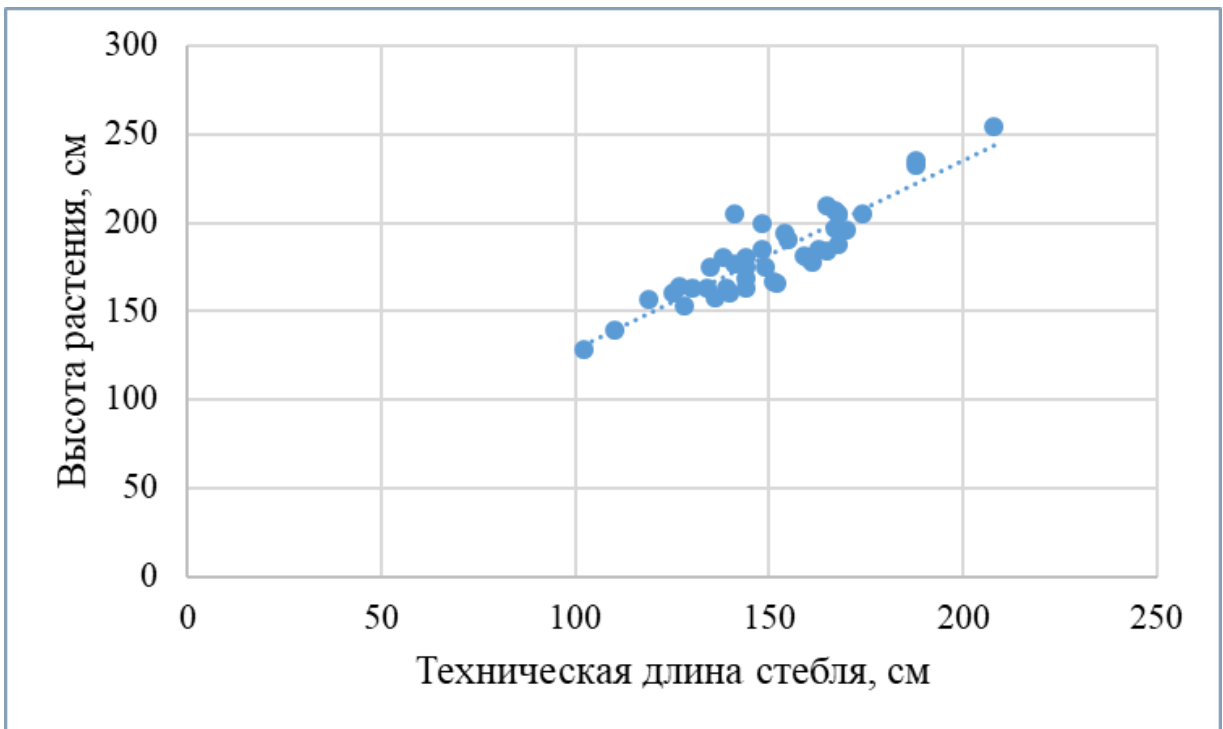


Рисунок 10 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и технической длиной стебля, 2019 г.

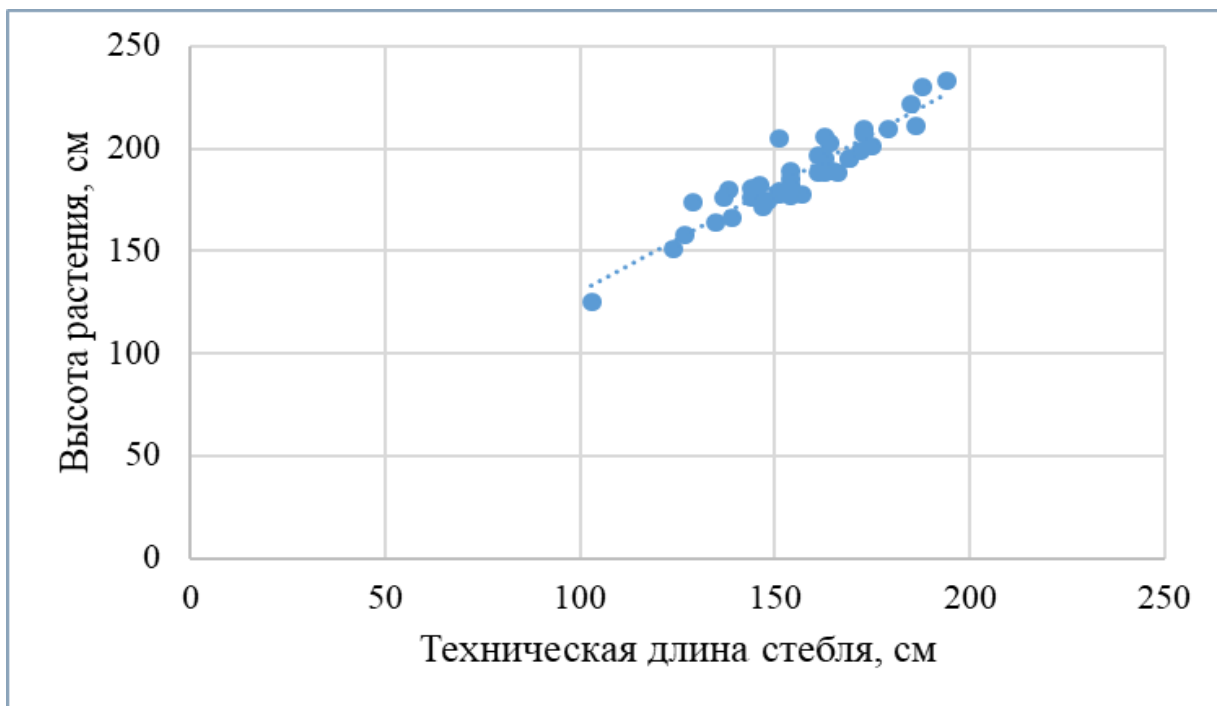


Рисунок 11 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и технической длиной стебля, 2020 г.

Расчеты корреляционной взаимозависимости между высотой растений и диаметром стебля показали сильную взаимосвязь данных морфологических признаков. Графическое изображение корреляционной взаимосвязи высоты растений и диаметра стебля представлено на рисунках 12, 13, 14.

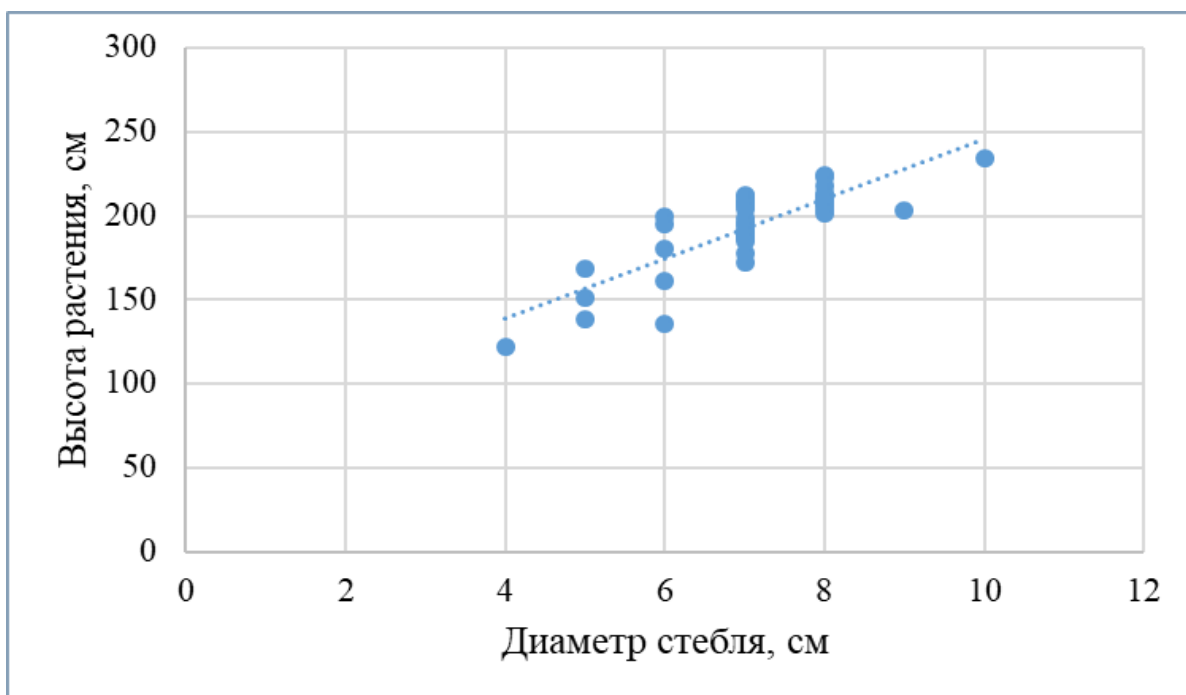


Рисунок 12 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и диаметром стебля, 2018 г.

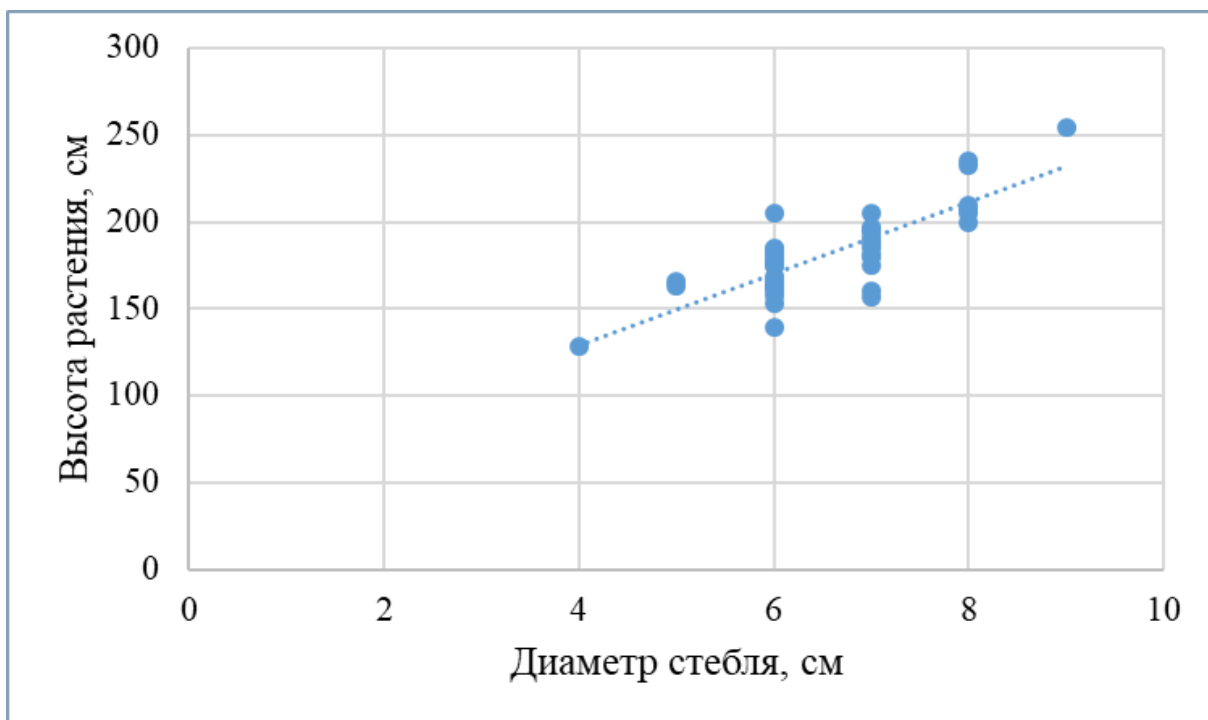


Рисунок 13 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и диаметром стебля, 2019 г.

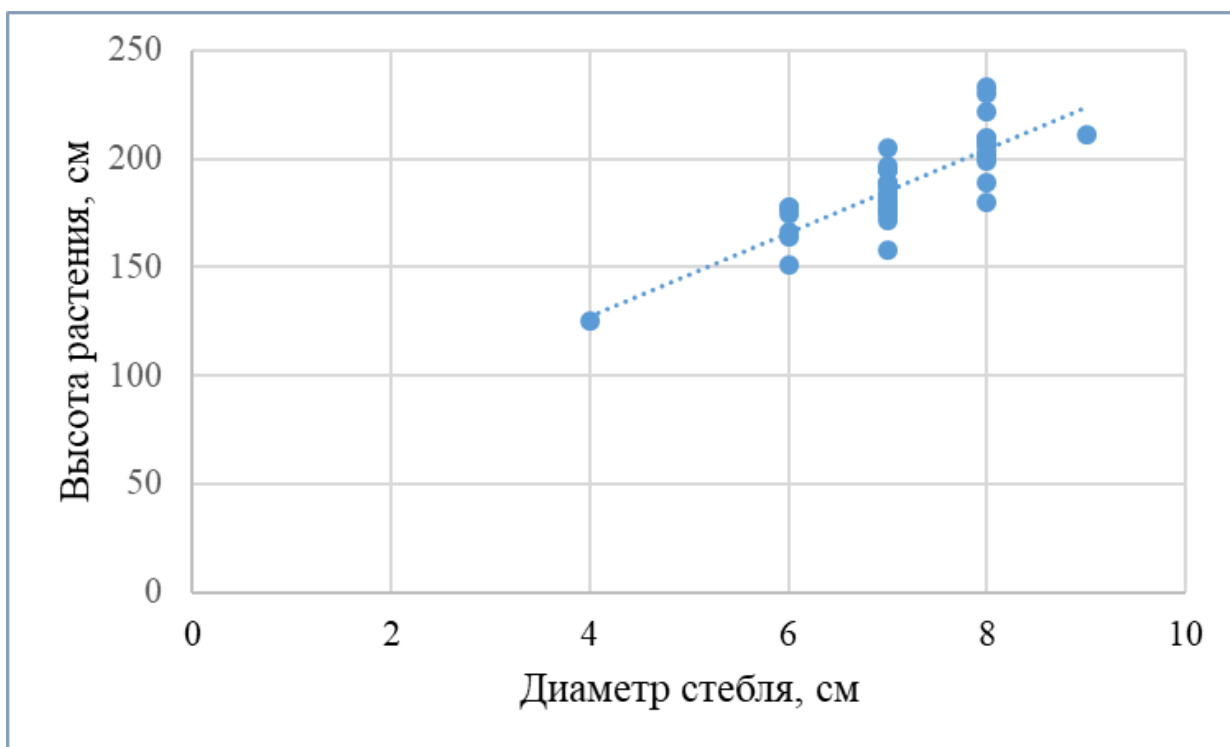


Рисунок 14 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и диаметром стебля, 2020 г.

Так, коэффициент корреляции между высотой растения и диаметром стебля составлял:  $r = 0,829$ ;  $r = 0,806$ ;  $r = 0,814$ . Данный показатель не зависел от погодных условий, которые складывались в период вегетации конопли.

Коэффициент детерминации также имел высокие значения:  $r^2 = 0,6885$ ;  $r^2 = 0,6499$ ;  $r^2 = 0,6623$  соответственно по годам исследований. Приведенные значения коэффициента детерминации указывают, что изменение высоты растений на 65–69% обуславливают различия диаметра стебля.

Теснота взаимосвязи между высотой растения и длиной соцветия характеризовалась меньшим коэффициентом корреляции. Данный показатель составлял:  $r = 0,444$ ;  $r = 0,549$ ;  $r = 0,396$ . Соответственно, коэффициенты детерминации по годам исследований были низкими и составляли:  $r^2 = 0,197$ ;  $r^2 = 0,302$ ;  $r^2 = 0,157$ . Данные показатели указывают на то, что изменчивость длины соцветия зависит от изменчивости высоты растений на 16–30%. Графическое изображение корреляционной взаимосвязи высоты растений и длины соцветия представлено на рисунках 15, 16, 17.

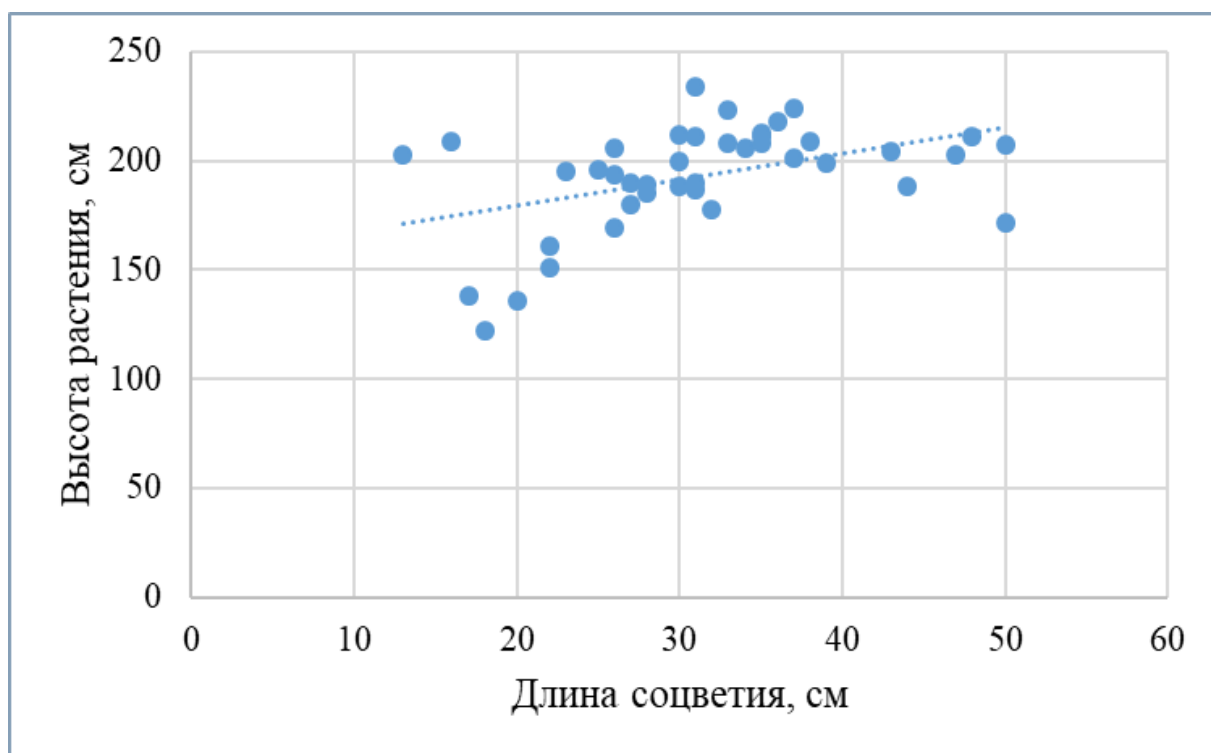


Рисунок 15 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и длиной соцветия, 2018 г.

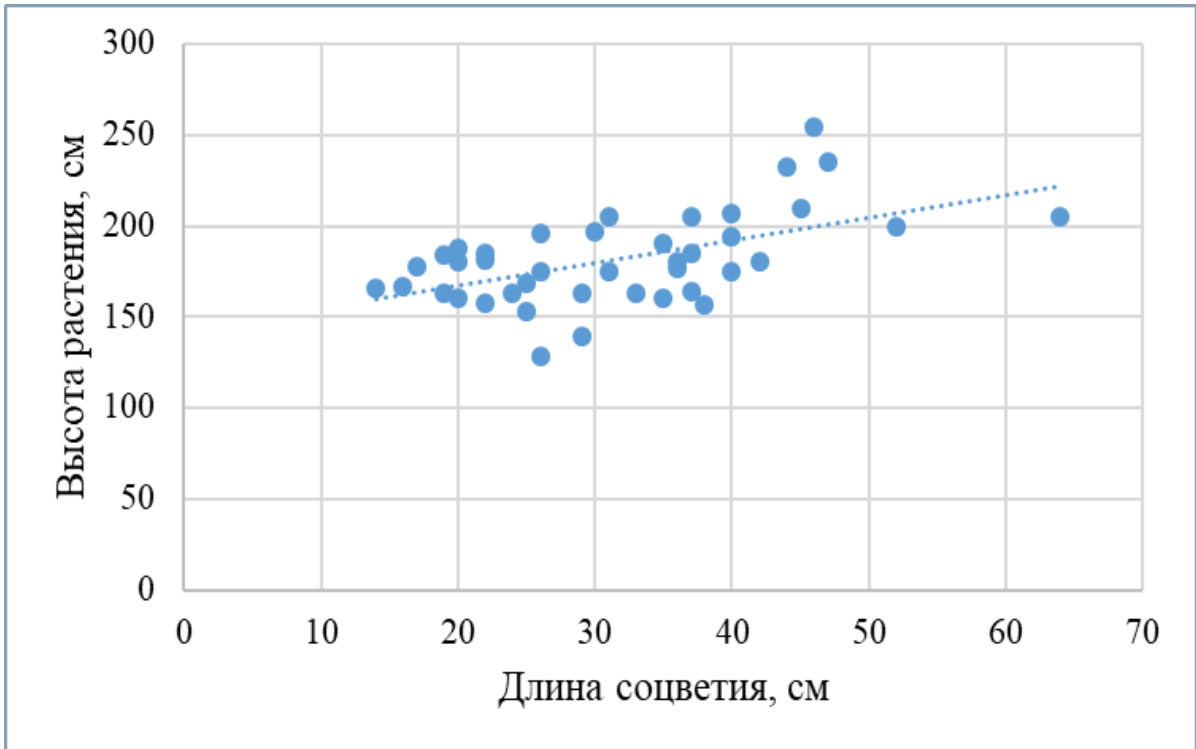


Рисунок 16 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и длиной соцветия, 2019 г.

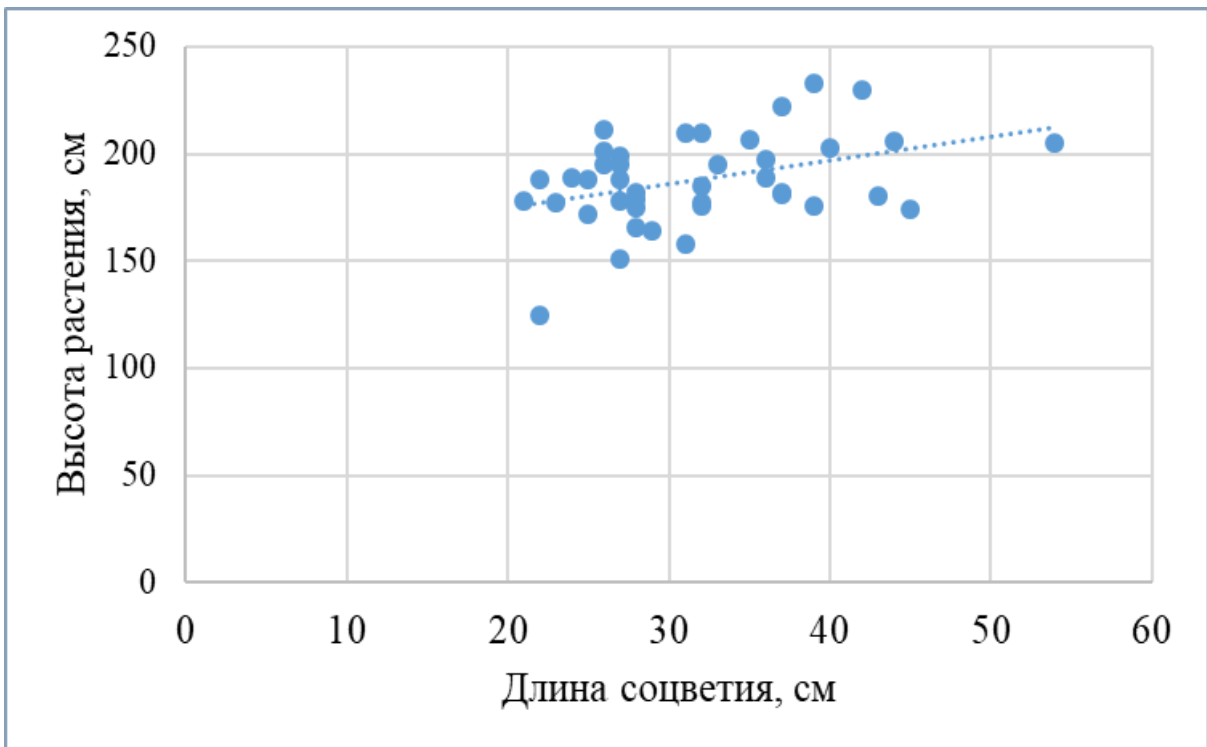


Рисунок 17 – Корреляционная взаимосвязь между высотой растения и длиной соцветия, 2020 г.



Таким образом, учитывая, что признак «высота растений» имеет сильную взаимосвязь с технической длиной стебля и его диаметром, то отбор по показателю «высота растений» является потенциально эффективным приемом управления формообразовательным процессом, так как техническая длина и диаметр стебля определяют выход волокна. Необходимо отметить, что отбор растений следует проводить в совокупности форм, показатели признака которых стабильно входят в положительную область отклонения от среднего значения всей совокупности.

### **3.5 Результаты оценки нового селекционного материала по хозяйственно ценным признакам**

Морфологические признаки в основном косвенно характеризуют потенциальные возможности использования образцов в селекционной работе. Большее значение для эффективного ведения селекционного процесса имеет всесторонняя оценка нового селекционного материала по комплексу основных хозяйственных признаков, среди которых наиболее важным показателем является семенная продуктивность образцов.

Результаты расчетов статистических характеристик совокупности ряда нового селекционного материала по признаку семенной продуктивности приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку "семенная продуктивность", г/раст

Показатель	Семенная продуктивность, г/раст		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	4,1*	4,3*	4,2*
Стандартное отклонение	2,3	2,3	1,9
Минимальное значение	1,1	0,9	1,2
Максимальное значение	14,0	9,2	10,2
Размах	12,9	8,3	9,0
Коэффициент вариации (V), %	56,0	52,4	44,8

Примечание: \* - среднее значение по фактическим данным таблицы 2 приложения Б

Среднее значение семенной продуктивности практически не меняется по годам исследований. Так, средний показатель массы семян в пересчете на одно растение в 2018 г. составлял 4,1 г., в 2019 г. – 4,3 г и в 2020 г. – 4,2 г (Приложение Б Таблица 2). Стандартное отклонение от среднего значения продуктивности характеризовалось высокими показателями (2,3 и 1,9 г на растение). Между минимальным и максимальным значением продуктивности растений установлен широкий размах, который колебался от 0,9 г до 14,0 г на растение в зависимости от года. Совокупность новых селекционных образцов отличалась высокой разнородностью по показателю семенной продуктивности. Коэффициент вариации по годам исследования составлял: 56,6%; 52,4%; 44,8%.

Используя стандартное отклонение ( $\sigma$ ) от среднего значения всей совокупности образцов ( $\mu$ ), были отобраны формы с положительными значениями семенной продуктивности. Образцы с более высокой семенной продуктивностью приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Селекционные образцы с повышенной семенной продуктивностью

Распределение селекционных образов в положительной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
образцы в области $\mu + \sigma$	образцы в области $\mu + 2\sigma$	образцы в области $\mu + 3\sigma$
2018г.		
М-1, В-1*, О-9*, О-18*, К-8, К-4*, К-5, З-4*, О-4, О-12, К-7, З-3*, К-2, К-3, К-9	Н-1*, К-1*, З-1*	С-1*
2019г.		
Н-1*, В-1*, О-9*, О-18*, З-1*, З-4*, К-10, К-11	О-6, К-1*, К-4*, З-5, К-7, З-3*, С-1*	К-6, З-2
2020г.		
Н-1*, В-1*, О-6, О-9*, О-18*, З-3*, К-4*, К-5, З-4*, О-4, З-5, З-5, К-7, З-3, К-2, К-6, К-11, К-9	К-1*, З-1*	С-1*

Примечание: \* – образцы, которые независимо от условий года стабильно формировали семенную продуктивность выше среднего значения всей совокупности образцов

Основную группу образцов, имеющих положительные значения семенной продуктивности, составляли формы с однократным стандартным отклонением ( $\sigma$ ) от среднего значения всей совокупности образцов ( $\mu$ ). Образцы с высокими показателями семенной продуктивности (положительным отклонением  $\mu + 2\sigma$  и  $\mu + 3\sigma$ ) значительно колебалось по годам исследований. Так, в 2018 г. количество образцов с повышенной продуктивностью составляло 4 образца (Н-1, К-1, З-1, С-1), в 2019 году выделилось 9 образцов (О-6, К-1, К-4, З-5, К-7, З-3, С, К-6, З-2) и 2020 году – 3 образца (К-1, З-1, С-1).

В селекционной практике большую ценность представляют образцы, относительно устойчивые к меняющимся погодным условиям, которые в различные годы складываются по-разному. Поэтому селекционные образцы, значения которых независимо от года характеризуются положительными отклонениями от среднего показателя семенной продуктивности, как правило, вовлекают в дальнейший селекционный процесс.

В настоящих исследованиях на семенную продуктивность растений оценивался 41 образец новых селекционных форм конопли. У высокопродуктивных образцов семенная продуктивность в расчете на одно растение менялась незначительно по годам исследований (6,8, 6,1 и 6,5 г/раст. соответственно). Выделившиеся образцы отличались не только стабильностью формирования семенной продуктивности, но и значительно превышали по данному показателю среднее значение изучаемой совокупности образцов. Так, их семенная продуктивность относительно среднего значения была выше на 45–62%.

В результате было выделено 10 форм, которые независимо от условий года стабильно формировали семенную продуктивность выше среднего значения всей совокупности образцов – С-1, Н-1, В-1, О-9, О-18, К-1, К-4, З-1, З-4, З-3 (Таблица 23).

Таблица 23 – Семенная продуктивность лучших селекционных образцов, г/раст.

Образец	Год			Среднее по образцу
	2018	2019	2020	
С-1*	14,0	6,4	10,2	10,2
Н-1	7,4	4,7	6,1	6,1
В-1	5,1	5,4	5,3	5,3
О-9	4,8	6,3	5,6	5,6
О-18	5,7	6,5	6,1	6,1
К-1*	8,2	7,5	7,9	7,9
К-4	5,6	6,8	6,2	6,2
З-1*	7,0	6,4	6,7	6,7
З-4	5,0	4,4	4,7	4,7
З-3	5,2	6,8	6,0	6,0
Среднее по году	6,8	6,1	6,5	6,5
Сурская **	5,0	4,2	4,8	4,7

Примечание: \* – образцы, которые независимо от условий года стабильно формировали семенную продуктивность выше среднего значения всей совокупности образцов;  
 \*\* – сорт-стандарт для сравнения

Необходимо отметить образец С-1, у которого значение показателя семенная продуктивность в зависимости от года в 1,3–2,8 раза выше, чем у сорта-стандарта (Сурская) (Рисунок 18).

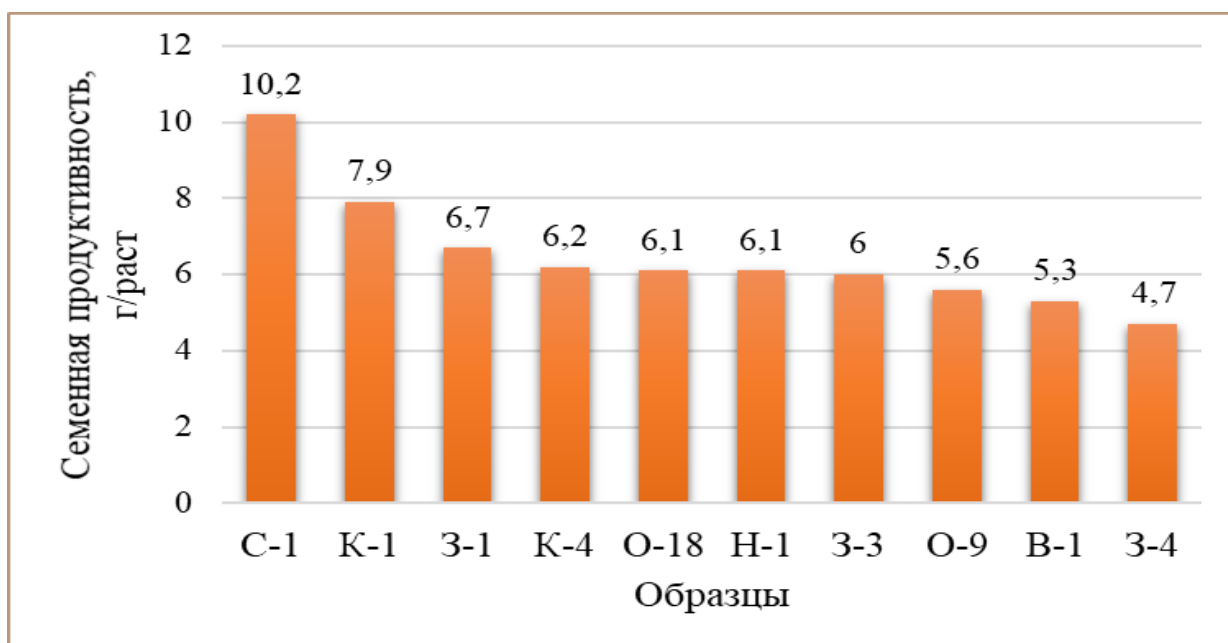


Рисунок 18 – Распределение лучших образцов по семенной продуктивности

Данная форма за годы исследований формировала самую высокую семенную продуктивность. Оценивая ранговые значения выделившихся по семенной продуктивности образцов и сравнивая их со значением сорта-стандарта, следует отметить образцы С-1, Н-1, В-1, О-18, К-1, К-4, З-1, З-3. Семенная продуктивность этих образцов по среднему значению превышает сорт-стандарт на 12-110%. Несколько ниже ранговая оценка была у образцов «К-1» и «З-1».

Другим важным хозяйственным признаком, оказывающим влияние на формирование урожайности и его качество, является масса 1000 семян.

При формировании семян в благоприятных условиях данный показатель, как правило, характеризует крупность семян. Признак крупности семян, по сравнению с другими количественными признаками, в большей степени зависит от генотипа, а также от количества завязавшихся семян в соцветии. Поэтому в селекционной практике одной из задач является получение форм с оптимальным сочетанием количества семян в соцветии и их массой.

В настоящих исследованиях статистический анализ нового селекционного материала показал, что масса 1000 семян зависела от погодных условий, которые складывались в период вегетации растений. Наименьший средний показатель массы 1000 семян был в 2018 году – 14,2 г, наибольший – 15,9 г – в 2019 г. Разница между данными показателями в зависимости от года составляла 12% (Таблица 24).

Таблица 24 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку массы 1000 семян, г

Показатель	Масса 1000 семян, г		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Среднее значение*	14,2*	15,9*	15,1*
Стандартное отклонение	1,4	1,5	1,2
Минимальное значение	11,4	12,0	12,4
Максимальное значение	17,0	15,9	18,1
Размах	5,6	3,9	5,7
Коэффициент вариации (V), %	9,9	9,3	7,7

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 2 приложения Б

Стандартное отклонение отдельных показателей массы 1000 семян от среднего значения было небольшим (1,2–1,5 г). Соответственно, размах признака в зависимости от года находился в пределах от 3,9 г до 5,7 г (Приложение Б Таблица 2). Коэффициент вариации, согласно классификации по степени изменчивости, характеризовался как невысокий (9,9%, 9,3% и 7,7% соответственно по годам).

Основным показателем семян конопли является содержание масла. Как правило, в семенах определяют относительное содержание масла (%). Однако селекционные образцы имеют неодинаковую массу 1000 семян. Поэтому мелкосемянные формы могут иметь высокий процент содержания масла, а крупносемянные – низкий.

Учитывая вышеизложенное, было целесообразно определить относительное и абсолютное содержание масла в семенах и рассчитать корреляционную взаимосвязь между массой 1000 семян и содержанием масла, выраженное в относительных и абсолютных величинах.

С этой целью методами вариационной статистики установили средние показатели и стандартные отклонения совокупного ряда новых селекционных образцов. Селекционные образцы, у которых показатели содержания масла находились в положительной области стандартного отклонения от среднего показателя, разделили на группы.

В 2018 г. в первую группу вошли образцы, у которых показатели содержания масла (%) находились в пределах 28,2%–30,8%. Данными показателями характеризовалось 18 образцов. Вторую группу с содержанием масла от 30,8% до 33,2% составили 9 образцов. Образцов с трехкратным стандартным отклонением не выявлено.

В 2019 г. первую группу составили 28 образцов. Содержание масла у них находилось в пределах 30,5–34,5% ( $\mu = 30,5$ ,  $\sigma = +2,4$ ). Вторую группу с показателями 34,5–38,5% составляло только 2 образца. Образцов с содержанием масла в пределах 38,5–42,5% не выявлено (третья группа) (Таблица 25).

Таблица 25 – Селекционные образцы с повышенным относительным содержанием масла в семенах, %

Распределение селекционных образцов в положительной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
2018 год		
образцы в области $\mu + \sigma$ 28,2...30,8	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 30,8...33,2	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 33,2...35,6
С-1*, Ю-1, Н-1*, О-6*, О-9*, К-8, О-1*, О-4*, О-2, О-12*, О-3*, К-7, К-6, К-3*, К-11*, О-7, К-9*, О-15	М-1, В-1, О-11, О-18, О-10, О-8, О-14, К-5, О-16**	–
2019 год		
образцы в области $\mu + \sigma$ 30,5...34,5	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 34,5...38,5	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 38,5...42,5
С-1*, Н-1*, М-1, В-1, О-13, О-6*, О-9*, О-11, З-2, О-1*, К-1, З-4, К-10, О-4*, О-2, О-12*, О-3*, О-14, З-5, О-8, О-10, К-2, К-3*, К-11*, О-5, З-6, О-7, К-9*	О-16**, О-15	–
2020 год		
образцы в области $\mu + \sigma$ 29,4...32,4	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 32,4...35,4	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 35,4...38,4
С-1*, Н-1*, М-1, О-6*, О-9*, О-11, О-18, К-8, О-1*, К-5, К-10, О-4*, О-2, О-12*, О-3*, О-8, О-10, К-3*, К-11*, О-5, О-7, К-9*	В, О-16**, О-15, О-14,	–

Примечание: \* – образцы с высокостабильным содержанием масла в семенах;

\*\* – образец с высоким содержанием масла в семенах, стабильно имеющий двукратное стандартное отклонением от среднего показателя всей совокупности

В условиях 2020 г. к первой группе (29,4–32,4%) относилось 22 образца и 4 образца составляли вторую группу, у которых содержание масла в семенах было в пределах 32,4%–35,4%. Образцов с трехкратным стандартным отклонением от среднего показателя всей совокупности изучаемых новых форм не выявлено.

Известно, что более ценным селекционным материалом являются формы, у которых тот или иной признак проявляет стабильно высокое значение. В связи с этим было целесообразно выделить образцы, которые независимо от года имели высокое содержание масла в семенах.

В результате было установлено, что высокостабильным содержанием масла в семенах характеризовались следующие образцы: С-1, Н-1, О-6, О-9,

К-9, О-1, О-4, О-12, О-3, К-3, К-11, О-16. Особое внимание заслуживает образец О-16, так как во все годы исследований показатели содержания масла в семенах стабильно имели двукратное стандартное отклонением от среднего показателя всей совокупности (Таблица 26).

Таблица 26 – Относительное содержание масла лучших селекционных образцов, %

Селекционный образец	Год			Среднее по образцу
	2018	2019	2020	
К-11	29,80	31,45	30,63	30,62
С-1*	29,84	33,13	31,49	31,48
Н-1*	29,75	32,48	31,12	31,11
О-6	28,35	32,18	30,27	30,26
О-9	29,53	31,74	30,64	30,63
К-9	29,38	31,18	30,28	30,28
О-1	28,80	31,86	30,33	30,33
О-4*	30,03	33,12	31,7	31,61
О-12	30,03	31,4	30,72	30,71
О-3	28,75	32,32	30,54	30,53
К-3	29,89	31,56	30,73	30,72
О-16*	31,51	35,24	33,38	33,37
Среднее по году	29,64	32,03	30,84	30,84

Примечание: \* – образцы как источники высокой масличности в селекции однодомной конопли

В годы проведения исследования видно, что лучшие селекционные образцы имели по годам исследований определенные различия по содержанию масла в семенах, выраженное в процентах (Таблица 2 Приложения Б).

Так, в 2018 г. образцы характеризовались более низким содержанием масла (29,64%). Только один образец (О-16) имел значение выше среднего показателя, представленного в среднем за годы исследований.

В 2019 г. содержание масла в семенах было более высоким, все образцы имели показатели выше среднего значения.

В 2020 г. из 12 лучших селекционных образцов только три формы (О-16, С-1, Н-1) имели содержание масла в семенах выше среднего значения.

Выделившиеся селекционные образцы оценивали по ранговому значению содержания масла в семенах (Рисунок 19).



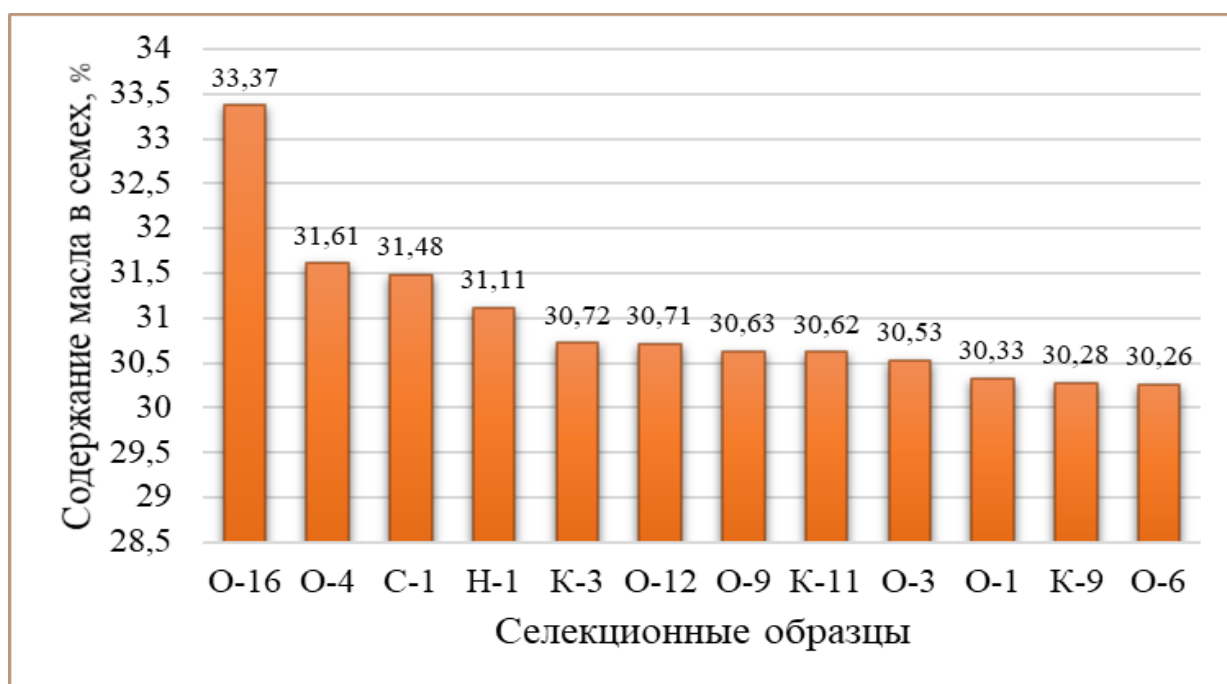


Рисунок 19 – Распределение лучших образцов по относительному содержанию масла в семенах, %

Все значения признака содержания масла в семенах лучших селекционных образцов укладывается в пределах 30,26–33,37%.

Следует отметить, что особого внимания как источники высокой масляности в селекции однодомной конопли заслуживают образцы O-16, O-4, C-1, H-1. В среднем за годы исследований данные формы имели высокие и стабильные показатели содержания масла в семенах (33,7%, 31,61%, 31,48%, 31,11% соответственно). Необходимо отметить, что содержание масла у среднерусского сорта конопли Надежда (сорт-стандарт по содержанию масла) – 32,8%. Установлено, что особого внимания заслуживает образец O-16, так как содержание масла в его семенах на 0,9% превышает сорт-стандарт (Надежда).

Установив массу 1000 семян, определив процентное содержание масла образцов нового селекционного материала, можно рассчитать массу одного плода и содержание масла, выраженное в миллиграммах, тем самым установить абсолютное содержание масла в семенах и характеризовать образцы по количественным значениям.

В настоящих исследованиях, используя метод вариационной статистики (правило трех сигм), на основании стандартного отклонения были выделены образцы, у которых показатели абсолютного содержания масла характеризовались стабильно высокими значениями (Таблица 27).

Таблица 27 – Абсолютное содержание масла, лучших селекционных образцов из расчета на один плод, мг

Селекционный образец	Год			Среднее
	2018	2019	2020	
С-1	4,83	5,43	5,13	5,13
Н-1	4,46	5,16	4,82	4,81
М-1	4,76	5,31	5,03	5,03
В-1	5,02	5,43	5,23	5,23
О-6	4,59	5,99	5,27	5,28
О-9	4,25	5,08	4,66	4,66
О-11	4,12	5,09	4,61	4,61
О-16	4,41	4,93	4,67	4,67
О-3	4,26	5,17	4,7	4,71
О-14	4,63	4,89	4,76	4,76
О-10	4,32	5,28	4,79	4,80
К-2	4,11	6,05	5,04	5,07
К-3	4,12	5,05	4,58	4,58
К-11	5,07	5,32	5,21	5,20
О-7	4,25	4,98	4,62	4,62
К-9	4,7	4,99	4,84	4,84

Рассчитав абсолютное содержание масла в семенах, удалось выделить 16 образцов с высокими и стабильными показателями: С-1, Н-1, М-1, В-1, О-6, О-9, О-11, О-16, О-3, О-14, О-10, К-2, К-3, К-11, О-7, К-9.

Ранговые значения выделившихся селекционных образцов по абсолютному содержанию масла в семенах из расчета на один плод изображены на рисунке 20.

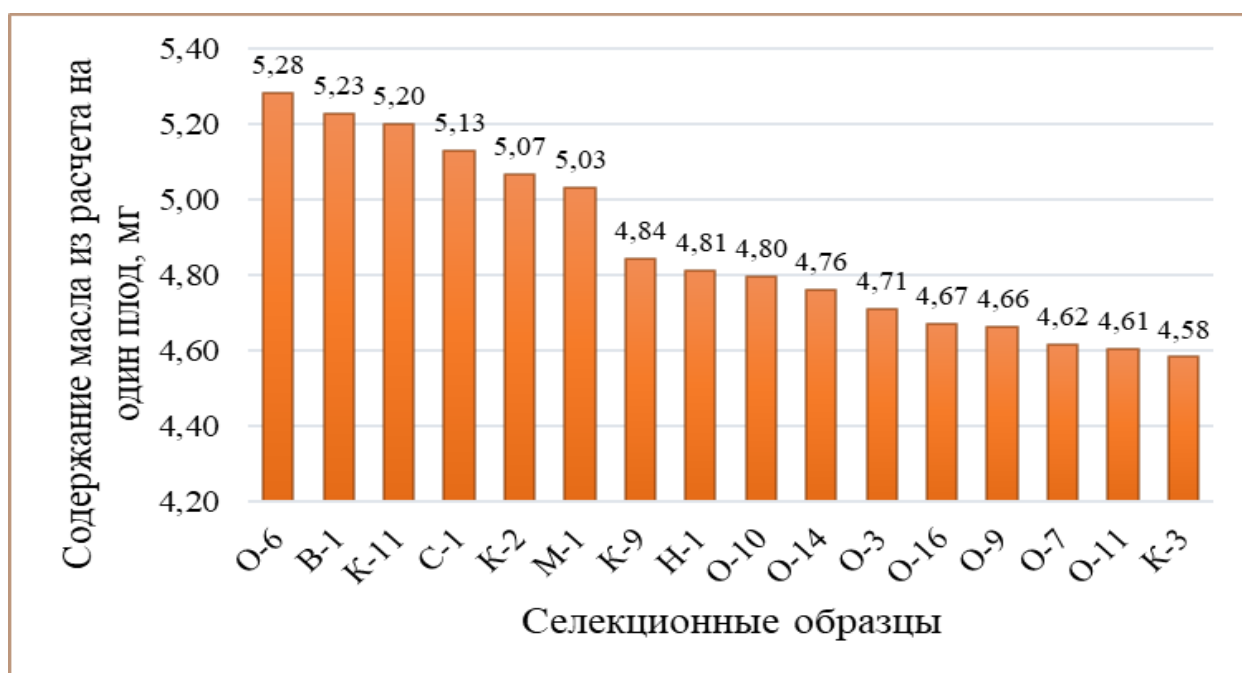


Рисунок 20 – Распределение лучших образцов по содержанию масла из расчета на один плод, мг

Сопоставив выделившиеся селекционные образцы по относительному и абсолютному содержанию масла в семенах, было установлено, что образцы С-1, Н-1, О-6, О-9, О-16, О-3 характеризуются высокими показателями как по относительному, так и абсолютному содержанию масла в семенах.

Все средние значения абсолютного содержания масла в семенах выделившихся новых селекционных образцов за годы исследования укладываются в пределы от 4,58 мг до 5,28 мг на один плод.

Более высокие показатели содержания масла были у следующих образцов: О-6, В-1, К-11, С-1, К-2. В среднем за годы исследований данные формы имели: 5,28 мг, 5,23 мг, 5,20 мг, 5,13 мг, 5,07 мг, 5,03 мг из расчета на один плод.

С целью совершенствования формообразовательного процесса было целесообразным рассчитать корреляционную взаимосвязь между массой 1000 семян и содержанием масла, выраженное в относительных и абсолютных величинах. Результаты корреляционно-регрессионного анализа представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между массой 1000 семян (Y), относительным (X) и абсолютным содержанием масла (Z)

Взаимосвязь	Коэффициент		Уравнение регрессии
	корреляции (r)	детерминации (r <sup>2</sup> )	
2018 г.			
YX	0,136	0,0838	$y = 0,3042x + 11,573$
YZ	0,710	0,5039	$y = 0,0003x, - 00005$
2019 г.			
YX	-0,061	0,0047	$y = 0,1474x + 27,308$
YZ	0,550	0,3027	$y = 0,0003x + 0,0004$
2020 г.			
YX	-0,033	0,0838	$y = 0,3042x + 11,573$
YZ	0,581	0,3375	$y = 0,0003x + 0,0003$

Данные корреляционного анализа свидетельствуют, что между массой 1000 семян изучаемых образцов и общим содержанием масла в семенах, выраженное относительной величиной (%), взаимосвязь практически отсутствует. Коэффициенты корреляции составляли:  $r = 0,136$ ,  $r = -0,061$  и  $r = -0,033$ .

Анализируя силу взаимосвязи между массой 1000 семян и содержанием масла в пересчете на один плод, необходимо отметить, что между данными показателями имеется положительная взаимосвязь. Корреляционный коэффициент в 2018 г. был  $r = 0,710$ , что указывает на наличие сильной взаимосвязи между крупностью семян и содержанием в них масла. В 2019 и 2020 гг. коэффициент корреляции был несколько ниже и характеризовался средней силой связи ( $r = 0,550$ ,  $r = 0,581$  соответственно).

### 3.6 Показатели качества стеблей

В селекции однодомной конопли основной задачей является выведение высокоурожайных по волокну и семенам сортов. Поэтому целесообразно вести работу на совмещение двух направлений – продуктивность семян и выход волокна.

Главным показателем стеблей конопли является общий выход волокна. Показатели вариационно-статистического анализа нового селекционного материала по данному признаку приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по признаку "общий выход волокна", %

Показатель	Год		
	2018	2019	2020
Среднее значение*	28,6*	29,1*	28,9*
Стандартное отклонение	2,3	2,3	2,0
Минимальное значение	25,4	24,5	25,3
Максимальное значение	34,3	33,3	32,8
Размах	8,9	8,8	7,5
Коэффициент вариации (V), %	7,9	7,9	6,8

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 3 приложения Б

Оценивая совокупность новых образцов, было установлено, что общий выход волокна имел среднее значение признака: 28,6%, 29,1%, 28,9% соответственно по годам исследования (Приложение Б Таблица 3). Колебания общего выхода волокна в зависимости от погодных условий, которые складывались в период роста и развития конопли, были небольшими и составляли до 5%.

Стандартные отклонения от среднего значения признака характеризовались низкими показателями (2,3%, 2,3%, 2,0% соответственно по годам). Минимальные и максимальные значения выхода волокна по годам также имели невысокие различия (min - 24,5–25,4%; max - 32,8–34,3%). Размах признака был в пределах 7,5–8,9%.

Изменчивость признака характеризовалась как невысокая. Коэффициент вариации составлял 6,8–7,9%.

Используя показатель рассеивания значений случайной величины (стандартное отклонение) относительно её математического ожидания (среднее значение выхода волокна) определили образцы конопли, которые расположились по своим значениям в отрицательной и положительной области относительно среднего показателя всей выборки.

Известно, что с крайне высокой вероятностью случайная величина не отклонится от своего среднего значения более, чем на  $\mu \pm 3\sigma$  (правило трёх сигм). Используя данную закономерность, образцы с положительными значениями были сгруппированы по трем группам – одно-, двух- и трехкратном стандартным отклонениям значений от среднего показателя выхода волокна.

Анализируя образцы по группам продуктивности, можно отметить, что в 2018 и 2019 гг. большинство форм имели положительные значения выхода волокна, в пределах параметров однократного отклонения  $\mu + \sigma$ . В 2020 году большинство образцов расположилось в области двукратного отклонения  $\mu + 2\sigma$ . В области трехкратного отклонения  $\mu + 3\sigma$  в разные годы исследований отмечено два образца. Однако стабильность значений выхода общего волокна у данных форм не наблюдалась.

Селекционные образцы, у которых показатели выхода общего волокна находились в положительной области стандартного отклонения от среднего показателя, разделили на группы.

Формы, обладающие стабильностью проявления высоких значений признака, имеют большую селекционную ценность. В этой связи был проанализирован по годам исследований 41 образец нового селекционного материала. В результате было установлено, что стабильно высокие показатели выхода общего волокна характерны для следующих образцов: К-3, К-9, Ю-1, О-12, О-14, О-3, В-1, К-11, О-2, О-15, К-1, Н-1, С-1 (Таблица 30).

Таблица 30 – Селекционные образцы с повышенным выходом общего волокна, %

Распределение селекционных образцов в положительной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
2018 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 28,6...30,9%	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 30,9...33,2%	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 33,2...35,5%
С-1*, Ю-1*, Н-1*, О-9, К-1*, К-4, О-12*, О-3*, О-14*, 3-5, К-7, К-2, К-11*, О-15*	В-1*, О-2*	К-3*, К-9*
2019 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 29,1...31,4%	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 31,4...33,7%	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 33,7...36,0%
С-1*, Н-1*, В-1*, О-13, О-6, Ю-2, К-8, О-1, К-1*, О-16, К-4, 3-4, О-4, О-2*, О-10, К-3*, О-5, 3-6, О-7, К-9*, О-15*	Ю-1*, О-3*, О-14*, О-12*, К-11*	–
2020 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 28,9...30,9%	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 30,9...32,9%	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 32,9...34,9%
С-1*, Н-1*, О-6, К-8, К-1*, О-16, К-4, О-4, О-2*, О-5, О-15*	Ю-1*, В-1*, О-12*, О-3*, О-14*, К-3*, К-11*, К-9*	–

Примечание: \* – образцы со стабильно высокими показателями выхода общего волокна

Значения выхода общего волокна у данных образцов во все годы исследований превышали средний показатель всей совокупности образцов.

На рисунке 21 приведены средние значения общего выхода волокна выделившихся лучших селекционных образцов конопли.

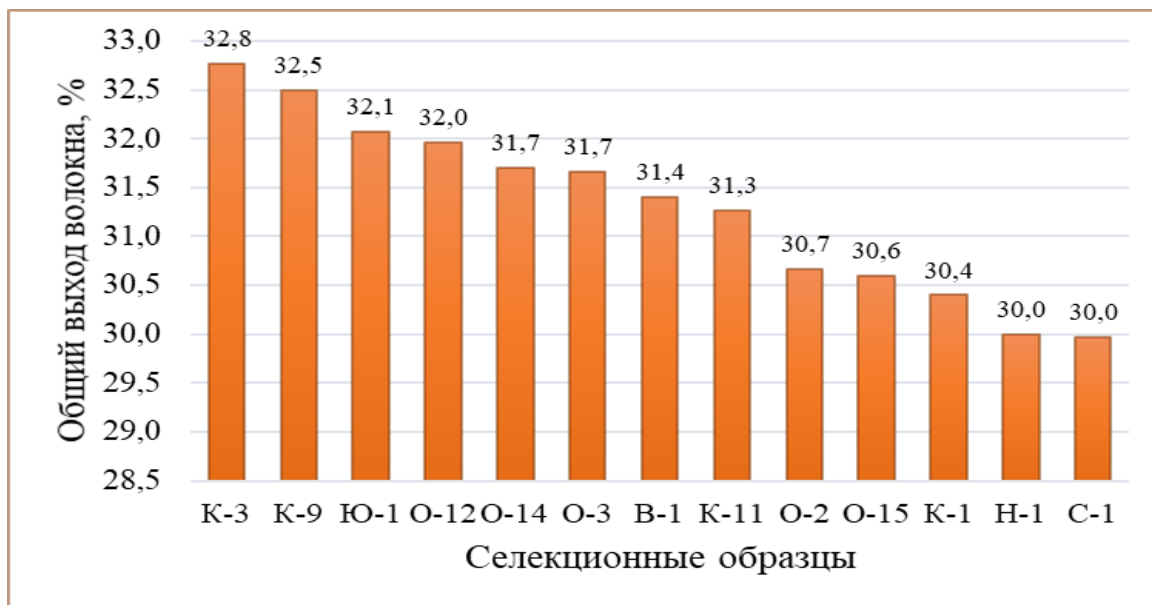


Рисунок 21 – Распределение лучших образцов по общему выходу волокна, %

Представленные на рисунке данные показывают, что выделившиеся образцы имели выход общего волокна в пределах 30,0–32,8%. Данные показатели выше среднего значения всей совокупности образцов. Оценивая ранговые значения, можно отметить, что наибольший выход общего волокна имели образцы К-9 и К-3 (32,5%, 32,8% соответственно), что превышает сорт-стандарт Сурская на 3,0–3,3%.

Наряду с общим выходом волокна большое значение имеет выход длинного волокна. Данный показатель в определенной степени характеризуют качество продукции.

Изучение нового селекционного материала методом вариационной статистики позволило охарактеризовать изменчивость совокупности всех образцов по выходу длинного волокна (Таблица 31).

Таблица 31 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по показателю выхода длинного волокна, %

Показатель	Год		
	2018	2019	2020
Среднее значение*	16,5*	15,3*	15,9*
Стандартное отклонение	3,3	2,9	2,5
Минимальное значение	8,7	10,5	11,6
Максимальное значение	26,4	22,3	21,6
Размах	17,7	11,8	10,0
Коэффициент вариации (V), %	20,0	19,1	15,6

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 3 приложения Б

В результате установлено, что средний показатель выхода длинного волокна составлял 16,5%, 15,3% и 15,9% соответственно по годам исследования (Приложение Б Таблица 3). Стандартное отклонение от средних показателей было 3,3%, 2,9% и 2,5%. Минимальное значение выхода длинного волокна в совокупной выборке образцов составляло 8,7%, 10,5% и 11,6%, а максимальное – 26,4%, 22,3 и 21,6% соответственно по годам исследований.

Коэффициент корреляции имел значения 20,0%, 19,1% и 15,6% по годам исследований. Показатели коэффициентов корреляции характеризовались средней изменчивостью по признаку «выход длинного волокна».

В зависимости от условий роста и развития параметры проявления признака могут значительно меняться. Поэтому более высокую ценность приобретают те формы, у которых проявление признаков более стабильно.

В настоящих исследованиях проводили оценку нового селекционного материала по признаку «выход длинного волокна». Проанализировав 41 образец, каждый год отбирали формы, показатели признака которых имели положительные отклонения от среднего значения всей совокупности образцов. Среди образцов с положительными значениями отобрали формы, которые стабильно по каждому году имели значения признака «выход длинного волокна» выше среднего показателя всей совокупности образцов.



Таким образом, выделилось 11 форм: В-1, К-7, О-12, О-16, К-3, Н-1, К-9, О-8, З-1, Ю-1, К-1. Данные образцы имели устойчиво высокие показатели выхода длинного волокна в различных условиях роста и развития растений.

В таблице 32 приведены ценные образцы по признаку «выход длинного волокна».

Таблица 32 – Лучшие образы по признаку выход длинного волокна, %

Селекционный образец	Год			Среднее	Ранговое значение
	2018	2019	2020		
В-1	23,5	18,7	21,1	21,1	2
К-7	20,8	22,3	21,6	21,6	1
О-12	19,8	22,1	21,0	21,0	3
О-16	19,2	18,3	18,8	18,8	4
К-3	19,2	15,7	17,5	17,5	8
Н-1	18,5	19,1	18,8	18,8	5
К-9	18,4	18,0	18,2	18,2	7
О-8	17,5	15,8	16,7	16,7	11
З-1	17,3	16,8	17,1	17,1	9
Ю-1	16,8	16,9	16,9	16,9	10
К-1	17,8	19,2	18,5	18,5	6

Более высокий выход длинного волокна характерен для образцов К-7, В-1 и О-12. Ранговые значения данных образцов составляли первые три позиции.

Так, в среднем за годы исследований эти образцы имели выход длинного волокна 21,6%, 21,1% и 21,0%, что соответствует средним показателям существующих сортов среднерусского экотипа (21%).

Несколько ниже были показатели у образцов О-16, Н-1, К-1 и К-9 (18,8%, 18,8%, 18,5% и 18,2% соответственно), ранговые значения которых соответствовали 4, 5 и 6 позиции. Образцы с рангом оценки 8, 9, 10 и 11 (К-3, З-1, Ю-1, О-8) имели средний показатель выхода длинного волокна – 17,5%, 17,1%, 16,9 % и 16,7%.

В селекционной практике отбор растений имеет первостепенное значение, так как является одним из инструментов управляемого формообразования. Осуществляя отбор, необходимо учитывать, что признаки часто бывают взаимосвязаны. Поэтому, оказывая путем отбора давление на один признак, можно поменять и другие признаки.

Учитывая вышеизложенное, было целесообразно определить наличие или отсутствие взаимосвязи между выходом общего волокна и содержанием длинного волокна в стеблях растений нового селекционного материала (Таблица 33).

Таблица 33 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между содержанием общего (Y) и длинного волокна (X) в стеблях растений

Взаимосвязь	Коэффициент		Уравнение регрессии
	корреляции (r)	детерминации (r <sup>2</sup> )	
2018 г.			
YX	0,644	0,415	$y = 0,9301x - 10,124$
2019 г.			
YX	0,501	0,251	$y = 0,6337x - 3,1524$
2020 г.			
YX	0,560	0,313	$y = 0,7045x - 4,432$

Оценивая результаты корреляционно-регрессионного анализа, можно сделать вывод, что между выходом общего волокна и содержанием длинного волокна в стеблях растений имеется устойчивая связь средней силы. Коэффициенты корреляции составляли:  $r = 0,644$ ;  $r = 0,501$ ;  $r = 0,506$  соответственно по годам. Согласно шкале Чеддока считается, что коэффициент  $r$  от 0,5 до 0,7 характеризует среднюю взаимосвязь между признаками. Коэффициенты детерминации составляли:  $r^2 = 0,415$ ,  $r^2 = 0,251$ ,  $r^2 = 0,313$  соответственно по годам исследований.

На основании величин коэффициентов детерминации можно сделать заключение, что изменение общего выхода волокна предопределяет изменение содержания длинного волокна в стеблях растений с вероятностью 25,1–41,5%.

Другим показателем качества волокна является «разрывная нагрузка чёсаного волокна». Это условная характеристика относительной прочности, представляющая собой такую длину волокна, при которой ее масса равна прочности на разрыв. Оценка статистических характеристик нового селекционного материала по данному показателю приведена в таблице 34.

Таблица 34 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по показателю «разрывная нагрузка чёсаного волокна», кгс

Показатель	Год		
	2018	2019	2020
Среднее значение*	11,4*	9,5*	10,5*
Стандартное отклонение	2,9	3,2	2,5
Минимальное значение	4,5	1,4	4,5
Максимальное значение	17,1	16,7	16,6
Размах	12,6	15,3	12,1
Коэффициент вариации (V), %	25,1	33,9	23,5

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 3 приложения Б

В зависимости от года проведения исследований среднее значение разрывной нагрузки волокна изучаемых образцов менялось от 9,5 кгс до 11,4 кгс. (Приложение Б Таблица 3). Данные показатели можно принять как видовые значения относительной прочности волокна.

Разброс показателей разрывной нагрузки от среднего значения достаточно большой, о чем свидетельствует стандартное отклонение (2,9 кгс, 3,2 кгс, 2,5 кгс соответственно по годам). Размах показателей разрывной нагрузки волокна в совокупности образцов был очень высокий (12,6 кгс, 15,3 кгс, 12,1 кгс соответственно по годам). Коэффициенты вариации по годам исследований характеризовались как показатели высокой изменчивости относительной прочности волокна.

По годам исследований количество образцов с положительным отклонением от средневидового значения различалось (Таблица 35).

Таблица 35 – Селекционные образцы с повышенным относительным показателем «разрывная нагрузка чёсаного волокна», кгс

Распределение селекционных образцов в положительной области отклонения $\sigma$ от $\mu$		
2018 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 11,4...14,3 кгс	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 14,3...17,2 кгс	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 17,2...20,1 кгс
Н-1, О-6, О-9, О-11, Ю-2, О-1, К-1, 3-1, О-14, О-8, К-6, К-3, К-9	М-1, О-16, К-4, О-2, К-11, О-7, О-5	–
2019 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 9,5...12,7 кгс	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 12,7...15,9 кгс	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 15,9...19,1 кгс
Ю-1, Н-1, М-1, О-11, О-18, О-1, К-10, О-12, О-14, 3-3, О-8, О-10, К-3, К-11, О-5, К-9, О-15	3-2, К-1, К-4, К-5, О-4	О-16
2020 г.		
образцы в области $\mu + \sigma$ 10,5...13,0 кгс	образцы в области $\mu + 2\sigma$ 13,0...15,5 кгс	образцы в области $\mu + 3\sigma$ 15,5...18,0 кгс
Ю-1, Н-1, М-1, О-11, 3-2, О-1, К-5, К-10, О-4, О-2, О-14, О-8, К-6, К-3, О-7, К-9, О-15	К-1, К-11, О-5	О-16, К-4

Установив генеральную среднюю величину  $\mu$  и стандартное отклонение  $\sigma$ , которое измеряет вариацию отдельных значений около средней, определили селекционные образцы, значения которых находились в положительной области отклонения  $\sigma$  от  $\mu$ .

Для дальнейшей селекционной работы интерес представляют формы, у которых показатели разрывной нагрузки волокна стабильно располагаются в положительной области стандартного отклонения от  $\mu + \sigma$ ;  $\mu + 2\sigma$ ;  $\mu + 3\sigma$ , независимо от погодных условий роста и развития растений.

Селекционные образцы с положительными значениями разрывной нагрузки волокна распределили по группам, используя критерий стандартного отклонения от  $\mu + \sigma$ ;  $\mu + 2\sigma$ ;  $\mu + 3\sigma$ .

Так, в 2018 г. 13 образцов имели относительную прочность волокна в пределах  $\mu + \sigma$ , 6 образцов –  $\mu + 2\sigma$ , а в области значения  $\mu + 3\sigma$  образцов не установлено. В 2019 и 2020 годах по 17 образцов имели значения, которые укладывались в область отклонения  $\mu + \sigma$ . Образцов с отклонениями значений прочности волокна  $\mu + 2\sigma$  было 5 и 3 соответственно по годам. В области

отклонения  $\mu + 3\sigma$  в 2019 году выделен один образец и в 2020 году выделены два образца.

Проанализировав по годам исследований значения разрывной нагрузки волокна у образцов, были выделены формы, которые стабильно имели показатели прочности с положительным отклонением от среднего значения. К данным формам относятся следующие образцы: Н-1, О-11, О-1, К-1, О-14, О-8, К-3, К-9, М-1, О-16, К-11, К-4, О-5.

Особенно ценными формами по данному показателю являются образцы О-16 и К-4. Наряду с высокими значениями прочности волокна эти образцы имели самую высокую стабильность по годам исследований. Например, в 2018 году прочность волокна выражалась 16,4 кгс, в 2019 году – 16,7 кгс и 2020 году – 16,6 кгс. Образец К-4 имел прочность волокна 16,1 кгс, 15,7 кгс и 15,9 кгс соответственно по годам.

На рисунке 22 приведены средние значения разрывной нагрузки волокна на лучших селекционных образцов конопли.

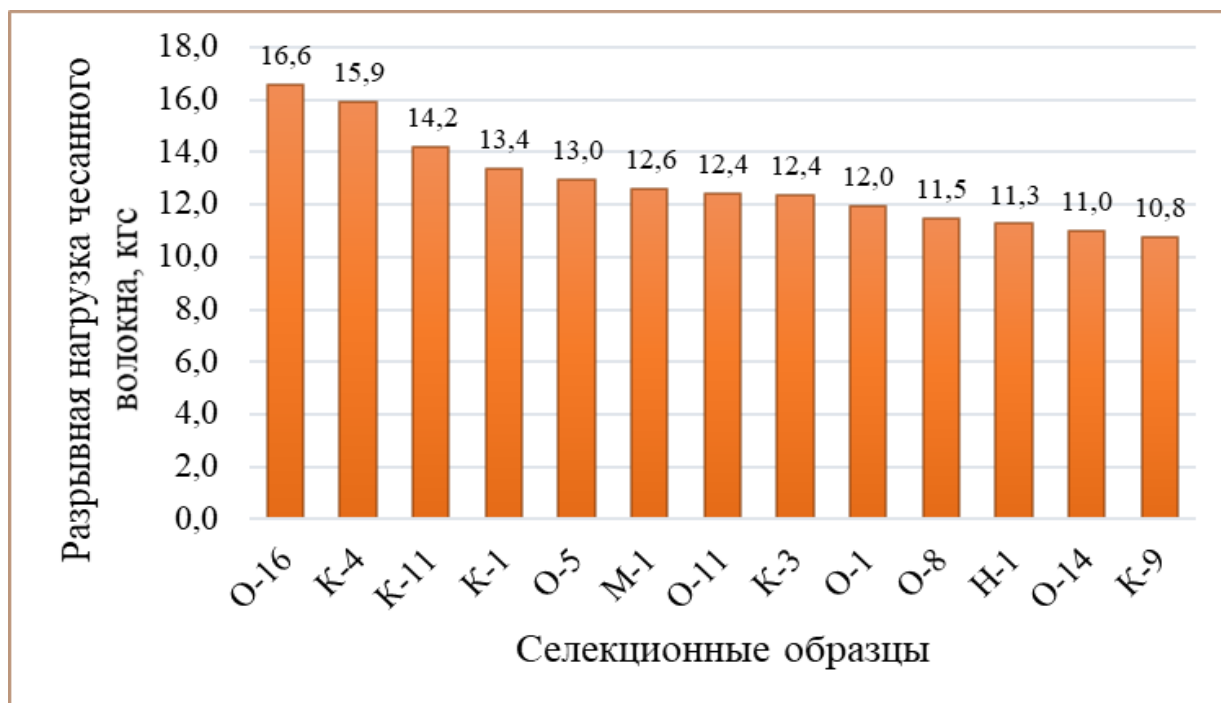


Рисунок 22 – Распределение выделившихся образцов по разрывной нагрузке чесаного волокна, кгс

Оценивая физико-механические характеристики качества волокна, наряду с другими показателями, обязательно определяют показатель «гибкость чёсаного волокна».

Известно, что в селекции требуется непрерывное воспроизводство нового исходного материала, который необходимо изучать по тем или иным признакам и свойствам. На первом этапе изучения, как правило, рассчитывают статистические характеристики всей совокупности оцениваемого материала. Так как полученные показатели отражают значения всей совокупности, то отклонения по тем или иным признакам конкретных форм от данных значений позволяют оценить каждую форму отдельно.

Среднее значение гибкости волокна составляло 13,2 мм, 12,2 мм и 12,7 мм соответственно по годам исследований. Согласно полученным данным, характеризующим стандартное отклонение, большинство образцов (68,26%) располагались в пределах значений: 10,9–15,5 мм; 9,8–14,5 мм; 11,0–14,3 мм соответственно по годам исследований (Приложение Б Таблица 3). Минимальные значения гибкости волокна составляли 10,0 мм, максимальные – 18,6–22,8 мм, в зависимости от года проведения исследований. Коэффициент вариации, характеризующий степень изменчивости показателей гибкости волокна, имел средние значения (17,0%, 20,0% и 13,0%).

Статистическая характеристика изменчивости совокупного ряда новых селекционных образцов относительного показателя «гибкость чёсаного волокна» приведена в таблице 36.

Таблица 36 – Статистическая характеристика совокупности нового селекционного материала по показателю «гибкость чёсаного волокна», мм

Показатель	Год		
	2018	2019	2020
Среднее значение*	13,2*	12,2*	12,7*
Стандартное отклонение	2,3	2,4	1,6
Минимальное значение	10,0	10,0	10,0
Максимальное значение	21,1	22,8	18,6
Размах	11,1	12,8	8,6
Коэффициент вариации (V), %	17,0	20,0	13,0

Примечание: \* – среднее значение по фактическим данным таблицы 3 приложения Б

В целом, оценивая показатели гибкости волокна, можно отметить, что новые селекционные формы характеризовались невысокими значениями. Так, в 2018 году 21 образец имел низкие значения, 15 образцов – среднее, с высокими показателями гибкости волокна был один образец.

В 2019 г. 30 образцов характеризовались как формы с очень низкими и низкими значениями гибкости волокна. Из всей совокупности нового селекционного материала только одна форма – 3-4 имела показатели гибкости чесаного волокна, относящиеся к группе с очень высокими значениями. В 2020 году данный образец (3-4) также имел высокие показатели гибкости волокна. Большинство образцов (34 формы) характеризовались низкими значениями признака.

Согласно Международному классификатору образцы нового селекционного материала были сгруппированы в соответствии с установленными значениями гибкости волокна (Таблица 37).

Таблица 37 – Распределение нового селекционного материала по группам гибкости чесаного волокна, мм

Значение гибкости волокна по группам				
10 < очень низкое	10...13 низкое	14...18 среднее	19...20 высокое	21 > очень высокое
2018 г.				
Ю-2, К-1, О-17, К-11	К-8, О-16, О-9, О-1, 3-1, К-7, О-10, О-11, М-1, О-8, К-2, К-4, О-2, 3-3, Ю-1, К-5, 3-5, К-6, Н-1, О-13, О-6	О-14, К-3, 3-6, 3-2, В-1, О-12, О-3, О-5, О-7, К-9, О-15, 3-4*, О-18, О-4, К-10	–	С-1
2019 г.				
М-1, О-6, Ю-2, 3-2, О-1, К-10, О-2, О-3, О-17, О-14, О-10, К-3, О-15	О-8, О-11, О-4, 3-5, 3-3, О-7, Ю-1, В-1, К-1, К-5, К-7, К-9, С-1, О-18, К-11, О-5, 3-1, Н-1	К-6, О-13, О-9, О-16, К-4, К-2, К-8, О-12, 3-6	–	3-4*
2020 г.				
Ю-2, О-17	О-9, К-8, О-14, К-6, О-7, В-1, К-9, О-4, О-5, О-13, К-2, К-4, О-18, К-3, 3-2, О-8, О-3, О-15, О-11, К-7, 3-3, 3-1, К-10, 3-5, Ю-1, К-5, О-1, Н-1, О-10, М-1, К-1, О-2, К-11, О-6	С-1, 3-6, О-12, О-16	3-4*	

Примечание: \* – образцы как источник высокой гибкости чесаного волокна

Таким образом, образец, обозначенный под селекционным номером 3-4, является источником высокой гибкости чесаного волокна. Данный образец целесообразно использовать в селекционном процессе на улучшение физико-механических характеристик качества волокна.

### 3.7 Устойчивость к болезням и вредителям

Устойчивость сортов предопределяется двумя основными видами иммунитета: особенностями строения растительного организма (морфологическая устойчивость) и его биохимическим составом (физиологическая устойчивость). Для конопли посевной важна физиологическая устойчивость. Однако существенной проблемой для физиологически иммунных сортов является наличие адаптационных механизмов у возбудителей болезней и вредителей, которые быстро приспосабливаются вследствие формирования более агрессивных рас и биотипов. Поэтому селекция конопли на иммунитет и периодическое обновление сортового состава должны составлять непрерывный процесс.

В настоящих исследованиях полевая оценка новых селекционных образцов показала, что основным заболеванием растений является филлостиктоз конопли (пятнистость листьев). Филлостиктоз конопли проявляется на верхней стороне листьев в виде округлых пятен, сначала темно-коричневых, а позже белых с темной красно-бурой каймой. В центре их видны черные образования. Подобные пятна могут выявляться и на стеблях.

Возбудитель болезни – несовершенный гриб *Phyllosticta cannabis* Speg., образующий приплюснутые пикниды, с хорошо развитой оболочкой и ясно видимым отверстием. Пикнидоспоры одноклеточные, эллипсоидно-цилиндрические, прямые или слегка согнутые. Кроме пикнид, обычно на стеблях формируются сумчатая стадия гриба – псевдотеции. Они приплюснута-шаровидные. В сумчатой стадии гриб называется *Mycosphaerella cannabis* Rehe.



Учитывая доминирующее распространение данного заболевания, было целесообразным оценить селекционный материал по устойчивости растений к филлостиктозу конопли (пятнистости листьев). Полевая оценка устойчивости растений к филлостиктозу приведена в таблице 38.

Таблица 38 – Степень развития филлостиктоза (пятнистость листьев) на селекционных образцах конопли, %

Шкала	Распространенность, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Полное отсутствие (0%)	2	0	0
Слабое (менее 11%)	83	78	83
Среднее (11-30%)	15	22	17
Сильное (31-60%)	0	0	0
Очень сильное (более 60%)	0	0	0

Оценивая поражаемость растений конопли пятнистостью листьев (*Phyllosticta cannabis* Speg.) было установлено, что большинство селекционных образцов характеризовались как формы слабовосприимчивые к данному патогену.

Из 41 селекционного образца слабое поражение в 2018 г. наблюдалось у 34 форм, 6 образцов характеризовались средней степенью поражения пятнистостью листьев. В 2019 и 2020 гг. тенденция устойчивости растений к данному заболеванию сохранилась. Так, слабовосприимчивых образцов было 32 и 34 формы, средняя степень поражения наблюдалась у 9 и 7 образцов в соответствии по годам исследований.

Из вредителей, распространенных на конопле, наиболее часто встречается конопляная блоха (*Psylliodes attenuata* Koch.). Как правило, заселённость растений вредителем происходит на ранних этапах онтогенеза.

Вредит конопляная блоха в основном на стадии имаго. Жуки поедают листовую ткань, образуя многочисленные дырочки, скелетируя их иногда почти полностью. У поврежденных растений укорачивается длина стебля, уменьшается семенная продуктивность и затягивается общая продолжительность развития. Наиболее опасны повреждения семядольных листьев в

начальный период роста и развития всходов, что в условиях засухи приводит к гибели растений.

На более поздних стадиях вегетации растений конопли широкое распространение имеет стеблевой мотылёк (*Ostrinia nubilalis* Hb.). Жизнь гусеницы стеблевого мотылька проходит внутри повреждаемого растения. У конопли гусеницы младших возрастов выедают завязи и семена, внутри стебля повреждают его волокнистую часть, в результате чего растения обламываются или засыхают.

Исходя из того, что среди большого количества вредителей конопли наиболее широкое распространение и вредоносность имеют конопляная блоха и стеблевой мотылёк, важно было оценить степень устойчивости нового селекционного материала к этим вредителям.

Оценку по степени проявления повреждения конопляной блохой проводили на ранних стадиях онтогенеза растений. Повреждение стеблевым мотыльком оценивали на поздних этапах развития растений (цветение, созревание семян).

Результаты оценки нового селекционного материала на повреждение растений конопляной блохой и стеблевым мотыльком приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Степень повреждения вредителями селекционных образцов конопли, %, %

Степень повреждения	Повреждение					
	конопляной блохой			стеблевым мотыльком		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1 балл – слабое (повреждено до 25 % побегов);	100	83	85	100	100	100
2 балла – среднее (повреждено до 50 % побегов);	0	17	15	0	0	0
3 балла – сильное (повреждено свыше 50 % побегов).	0	0	0	0	0	0

Оценивая степень повреждения селекционных образцов, можно отметить общую закономерность проявления устойчивости растений к обоим

вредителям. Так, независимо от года проведения исследований, основное количество селекционных образцов имели слабую степень повреждения растений. Количество слабо поврежденных образцов колебалось от 83% до 100%.

Образцов с полным отсутствием повреждения растений коноплёвой блохой не выделено. В результате полевого анализа на степень повреждения стеблевым мотыльком было отобрано несколько образцов с полным отсутствием повреждения растений.

#### **4 СОРТ МИЛЕНА: ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ И СВОЙСТВА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ**

В настоящих исследованиях при подборе родительских пар для скрещивания использовали принцип генетической дивергенции по ценным селекционным признакам. В последующем применив метод кроссбридинга были получены инцухт-линий, характеризующиеся повышенными параметрами ряда признаков: семенной продуктивностью, выходом общего и длинного волокна, содержанием масла, устойчивостью признака однодомности. В результате скрещивания разнообразных селекционных форм была выделена комбинация Л 179-2-1-1-1 × Л 101-3-1-2-1, получившая по результатам испытания статус сорта – Милена (Приложение В).

Сорт Милена включён в Госреестр по Российской Федерации для зон возделывания: Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), Нижневолжский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12). Год включения в реестр допущенных: 2020.

Сорт Милена относится к экотипу Среднерусской, однодомной коноп-ли. Время полного созревания семян среднее. Стебель короткий, жёлто-зелёный. Интенсивность зелёной окраски листовой пластинки средняя. Средняя урожайность стеблей 87,3 ц/га, содержание волокна 27,6%, выход длинного волокна 13,4%, разрывная нагрузка волокна 24,5 кгс. Урожайность семян 15,1 ц/га. Масса 1000 семян средняя. Содержание жира 38,0%. Масса 1000 семян 16,3 г. Вегетационный период до конца цветения 78 дней, до созревания семян 110 дней. По данным сортоиспытания, болезнями не поражался. Использование двустороннее – волокно и семена, зеленец – волокно. Отличительная особенность сорта – отсутствие выщепления обычной поско-ни в посевах. Рекомендуется преимущественно для получения маслосемян (Рисунок 23).



Рисунок 23 – Фото посевов конопли сорт Милена

Сортимент форм конопли, внесенных в Госреестр селекционных достижений и допущенных к использованию на территории РФ, составляет 28 сортов и 5 гибридов. Вместе с тем широкое распространение в производстве получили только 3 сорта конопли посевной, созданных в Пензенском НИИСХ – Сурская, Вера и Надежда. Данные сорта ежегодно занимают до 80% площадей, засеваемых в стране. Эти сорта отличаются повышенными параметрами ряда ценных хозяйственно полезных признаков: семенной продуктивностью, выходом общего и длинного волокна, содержанием масла. Однако недостатком вышеуказанных сортов является неустойчивость признака однодомности. Сорт Милена более устойчив к проявлению признака однодомности, следовательно, организация ведения семеноводства сорта Милена менее затратное.

Известно, что Государственная комиссия по сортоиспытанию для каждой культуры и зоны возделывания рекомендует сорт-стандарт. Для конопли посевной в Средневолжском регионе (7) стандартным сортом, чаще всего,

привлекают сорт Сурская. Поэтому было целесообразно дать сравнительную оценку показателей нового сорта Милена по отношению к стандартному сорту конопли посевной Сурская.

Данные, представленные в таблице 40 и полученные в производстве, показывают, что сорт Милена по ряду хозяйственно полезных признаков имеет показатели, которые превосходят стандартный сорт. Так, содержание основного психотропного соединения – тетрагидроканнабинола (ТГК) в соцветиях растений сорта Милена в среднем на 0,041% меньше, чем в соцветиях сорта конопли Сурская, которая является стандартом по Средневолжскому региону (7).

Таблица 40 – Сравнительная характеристика хозяйственно полезных признаков сорта конопли посевной Милена со стандартом

Показатель	Сорт		Отклонение от стандарта, ±
	Сурская (стандарт)	Милена	
Урожайность семян при стандартной влажности, т/га	0,81	0,92	+0,11
Вегетационный период до полного созревания семян, суток	117	112	-5
Масса 1000 семян, г	14,5	15,0	+0,5
Содержание масла, %	31,0	32,2	+1,2
Сбор масла, т/га	0,25	0,30	+0,05
Содержание волокна общее, %	28,4	22,7	-5,7
Сбор волокна общий, т/га	1,82	0,95	-0,87
Выход длинного волокна, %	16,5	13,4	-3,1
Сбор длинного волокна, т/га	1,06	0,56	-0,5
Разрывная нагрузка чесаного волокна, кгс	15,7	12,4	-3,3
Гибкость чесаного волокна, мм	14,6	13,7	-0,9
Содержание ТГК, %	0,069	0,028	-0,041
Содержание обычной поскони, %	4,5	0,0	-4,5

Сорт Милена превосходит стандартный сорт по содержанию масла в семенах, показатели которого в среднем составляли 32,2%, что на 1,2% выше по отношению к стандартному сорту. Новый сорт Милена формировал более

высокую урожайность семян и имел выше показатель выхода масла с единицы площади (соответственно +0,11 и +0,05 т/га по отношению к стандартному сорту), а по массе 1000 семян в среднем соответствовал уровню сорта-стандарта.

Одним из значимых мероприятий, направленных на поддержание высоких и стабильных урожаев и основных видов продукции коноплеводства, является сортосмена – замена возделываемых в производстве сортов новыми, превосходящими прежние по урожайности или по технологическим качествам продукции.

В этой связи рассчитаны основные экономические показатели выращивания и переработки нового сорта конопли Милена и широко распространенного сорта Сурская (Таблица 41).

Таблица 41 – Основные экономические показатели выращивания и переработки сортов конопли Милена и Сурская (на 1 га)

Наименование статей		Сорт Сурская	Сорт Милена
Затраты на выращивание и переработку 1 га конопли (семена и волокно), руб.		57036,0	57036,0
Реализация	волокна с 1 га конопли, руб.	34000,0	33000,0
	семян с 1 га конопли, руб.	64300,0	71301,0
	костры с 1 га конопли, руб.	15400,0	14350,0
	всего, руб.	113700,0	118651
Рентабельность, %		99,3	108,0

Приведенные в таблице данные показывают, что новый сорт Милена более эффективно использует вложенные в него ресурсы. При одинаковых затратах на выращивание сортов и переработку продукции сумма реализации была выше у сорта Милена, в основном за счет формирования более высокой урожайности семян и выхода масла с единицы площади.

Оценивая экономический показатель – рентабельность, который показывает, насколько эффективно используются сортовые особенности и технологические ресурсы, видно, что на каждый рубль, вложенный в производство и реализацию продукции сорта Милена, получается 1 рубль 08 копеек дохо-

да. Рентабельность выращивания сорта Сурская была ниже и составляла на один вложенный рубль 98 копеек дохода.

Таким образом, в заключение можно отметить, что, основываясь на показателях хозяйственно полезных признаков сорта Милена, данный сорт целесообразно классифицировать как сорт масличного направления. Безнаркотической сорт конопли посевной Милена обладает комплексом повышенных по отношению к существующим сортам хозяйственно ценных признаков и свойств. Этот сорт отличается отсутствием выщепления обычной поскони, повышенной по отношению к сорту-стандарту и другим сортам скороспелостью, содержанием и сбором масла.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования за период с 2016 по 2021 г., цель которого состояла в создании и оценке нового исходного материала для селекции однодомной конопли посевной, обладающего безнаркотическими свойствами и улучшенными хозяйственно ценными признаками, оптимально адаптированного к условиям Среднего Поволжья, сделано обобщающее заключение:

1. Установлено, что родительские формы среднерусского и южного экотипов обладают генетической удаленностью по признакам: продолжительность вегетации, высота растений, масса 1000 семян, масса семян на растение, урожайность стеблей. Различия между родительскими сортами обусловлены наследственностью и предопределяют получение новых рекомбинантных форм, что доказано результатами выполненного исследования.

2. Экспериментально доказано, что подбор пар для гибридизации экологически отдаленных форм, обладающих генетической разнокачественностью, является эффективным методом создания нового исходного материала с низкой суммой каннабиноидов, что подтверждается получением новых форм: О-8; О-17; К-11; К-1; О-7; З-4; О-14; К-6; О-4; К-7; О-15, которые независимо от условий года накапливают не более 2,309–0,269% сумм основных каннабиноидов.

3. Создано 12 новых гибридных форм: С-1, О-9, К-4, З-4, О-12, К-11, О-5, О-4, О-15, К-7, К-6, О-14 с пониженным содержанием наркотически активного химического соединения тетрагидроканнабинола. Данные формы являются ценным исходным материалом для создания новых безнаркотических сортов однодомной конопли. Особую селекционную ценность представляет образец О-15, который за все годы исследований содержал самое низкое количество тетрагидроканнабинола – 0,036–0,009%, что ниже содержания ТГК у родительских форм в 2 раза и более чем в 2,7 раз ниже законодательно допустимого значения (0,1%).

4. В результате гибридизации сортов различных экотипов получена 41 гибридная форма, из них 21 форма (или 51%) не выщепляли посконь. Вместе с тем стабильным отсутствием обычной поскони обладали 15 гибридных комбинаций (или 36,6%) изученных образцов за весь период исследования. К стабильным формам были отнесены следующие образцы гибридных комбинаций: Ю-1, О-11, К-8, К-1, О-16, К-5, О-4, О-3, О-17, О-14, З-3, К-6, О-5, З-6, О-15.

5. Установлены параметры основных морфологических признаков у новых гибридных комбинаций: высоты растений (181,6–193,4 см), технической длины стебля (150,0–164,8 см), диаметра стебля (4–10 мм), длины соцветия (31,3–31,7 см). Показана степень изменчивости данных признаков, которые характеризовались как средние для высоты растений ( $V=13,1\%$ ), технической длины стебля ( $V=13,0\%$ ), диаметра стебля ( $V=14,4\%$ ). Высокая изменчивость была характерна для длины соцветия ( $V=28,9\%$ ).

6. Расчет корреляционной взаимозависимости между высотой растений и технической длиной стебля показал, что между этими признаками имеется сильная взаимосвязь. Коэффициент корреляции по годам исследований составлял:  $r = 0,934$ ;  $r = 0,900$ ;  $r = 0,935$  соответственно. Сильная взаимосвязь установлена между высотой растения и диаметром стебля:  $r = 0,829$ ;  $r = 0,806$ ;  $r = 0,814$ . Теснота взаимосвязи между высотой растения и длиной соцветия характеризовалась меньшим коэффициентом корреляции. Данный показатель составлял:  $r = 0,444$ ;  $r = 0,549$ ;  $r = 0,396$ . На основании установленных взаимосвязей между основными морфологическими признаками сделан вывод, что отбор по показателю «высота растений» является потенциально эффективным приемом управления формообразовательным процессом, так как техническая длина и диаметр стебля определяют выход волокна.

7. Выявлен ценный исходный материал для селекции на высокую урожайность семян: С-1, К-1, З-1, К-4, О-18, Н-1, З-3, О-9, В-1, З-4. Выделенные формы характеризовались высокой семенной продуктивностью – 6,0–10,2 г на растение. Семенная продуктивность этих образцов выше среднего значе-

ния всей совокупности образцов на 45–62 % и превышает на 3–5 % значение сорта-стандарта (Сурская).

Необходимо отметить образец С-1, у которого значение показателя семенной продуктивности в зависимости от года в 1,3–2,8 раза выше, чем у сорта-стандарта (Сурская). Данная форма за годы исследования формировала самую высокую семенную продуктивность (10,2 г/раст).

8. При оценке образцов на содержание масла установлено, что высоким содержанием масла в семенах характеризуются гибридные формы: О-16, О-4, С-1, Н-1, К-3, О-12, О-9, К-11, О-3, О-1, К-9, О-6. В среднем за годы исследований содержание масла у данных форм составляло 30,26–33,37%. Установлено, что особого внимания заслуживает образец О-16, так как содержание масла в его семенах на 0,9% превышает сорт-стандарт (Надежда).

Высокое абсолютное содержание масла, из расчета на один плод (мг), отмечено у 16 гибридных форм: О-6, В-1, К-11, С-1, К-2, М-1, К-9, Н-1, О-10, О-14, О-3, О-16, О-9, О-7, О-11, К-3. Значения показателей данных форм составляло 4,83–5,28 мг на один плод.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа показали, что между массой семян и относительным содержанием масла (%) взаимосвязь отсутствует ( $r = 0,136$ ,  $r = -0,061$  и  $r = -0,033$ ). Установлена положительная взаимосвязь между массой семян и содержанием масла в абсолютных величинах ( $r = 0,710$ ;  $r = 0,550$ ;  $r = 0,581$ ).

10. Результаты оценки выхода общего и длинного волокна показали, что высокие значения по общему выходу характерны для образцов К-3, К-9, Ю-1, О-12, О-14, О-3, В-1, К-11, О-2, О-15, К-1, Н-1, С-1. Выявлены образцы К-9 и К-3 с наибольшим выходом общего волокна (32,5%, 32,8% соответственно), что превышает сорт-стандарт Сурская на 3,0-3,3%.

Образцы К-7, В-1 и О-12 характеризовались высокими показателями выхода длинного волокна и соответствуют средним показателям среднерусских сортов (21%). Между выходом общего волокна и содержанием длинно-

го волокна в стеблях растений установлена устойчивая связь средней силы ( $r= 0,644$ ;  $r= 0,501$ ;  $r= 0,506$ ).

11. По результатам анализа разрывной нагрузки волокна были выделены формы, которые стабильно имели показатели прочности с положительным отклонением от среднего видового значения. К данным формам относятся Н-1, О-11, О-1, К-1, О-14, О-8, К-3, К-9, М-1, О-16, К-11, К-4, О-5. Особенно ценными формами по данному показателю являются образцы О-16 и К-4.

12. Оценка нового гибридного материала на гибкость чёсаного волокна показала, что 34 формы характеризовались низкими значениями гибкости волокна и выделена только одна форма (З-4), которая имела показатели признака, относящиеся к группе с очень высокими значениями.

13. Установлено, что новые гибридные формы на естественном инфекционном фоне в основном поражаются филлостиктозом (пятнистость листьев – *Phyllosticta cannabis* Speg.). Большинство из них (34 формы) слабовосприимчивы к данному патогену.

Из вредителей наиболее часто встречаются конопляная блоха (*Psylliodes attenuata* Koch.) и стеблевой мотыльк (*Ostrinia nubilalis* Hb.). Основное количество гибридных форм имели слабую степень повреждения растений. Количество слабо поврежденных форм колебалось от 83% до 100%.

14. Новый сорт Милена отличается отсутствием выщепления обычной пскони, повышенной по отношению к сорту-стандарту и другим сортам скороспелостью, содержанием и сбором масла. Основываясь на показателях хозяйственно полезных признаков нового безнаркотического сорта Милена – урожайность семян (0,92 т/га среднее), содержание масла в семенах (32%), выход масла с единицы площади (0,3 т/га), данный сорт данный сорт целесообразно классифицировать как сорт масличного направления использования.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

С целью повышения эффективности селекционного процесса при создании новых сортов безнаркотической однодомной конопли посевной рекомендуется использовать в системе скрещиваний и отборов лучшие селекционные образцы, источники хозяйственно ценных признаков, выделенные в процессе исследования:

– О-8, О-17, К-11, К-1, О-7, З-4, О-14, К-6, О-4, К-7, О-15 – с низким содержанием основных каннабиноидов;

– С-1, О-9, К-4, З-4, О-12, К-11, О-5, О-4, О-15, К-7, К-6, О-14 – с низким содержанием тетрагидроканнабинола. Особую селекционную ценность представляет образец О-15;

– Ю-1, О-11, К-8, К-1, О-16, К-5, О-4, О-3, О-17, О-14, З-3, К-6, О-5, З-6, О-15 – с отсутствием выщепления поскони;

– С-1, К-1, З-1, К-4, О-18, Н-1, З-3, О-9, В-1, З-4 – с высокой семенной продуктивностью. Особую селекционную ценность представляет образец С-1;

– О-16, О-4, С-1, Н-1, К-3, О-12, О-9, К-11, О-3, О-1, К-9, О-6 – с высоким содержанием масла в семенах;

– К-3, К-9, Ю-1, О-12, О-14, О-3, В-1, К-11, О-2, О-15, К-1, Н-1, С-1 – с высоким выходом общего волокна и К-7, В-1 и О-12 – с высоким выходом длинного волокна;

– О-16 и К-4 – с высокими значениями разрывной нагрузки чёсаного волокна;

– З-4 – с очень высокими значениями гибкости чёсаного волокна.

Для повышения рентабельности производства при выращивании конопли на масло и эффективности сортосмены рекомендуется использовать новый скороспелый сорт Милена (урожайность семян – 0,92 т/га, содержание масла в семенах – 32%), характеризующийся отсутствием выщепления поскони.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В настоящее время наблюдается высокий спрос на продукцию конопли. Поэтому сорта должны иметь максимально выраженные признаки и показатели продукции, ради которых они возделываются, что позволяет повысить рентабельность производства.

Таким образом, перспективы дальнейшей разработки темы исследования связаны с развитием направлений использования конопли. Реализация данного этапа потребует создания нового поколения сортов, обладающих более высокими показателями основных признаков, характеризующих сорт по назначению получаемой продукции.

В этой связи нужен новый исходный материал, для получения которого потребуются исследования по совершенствованию принципов подбора родительских пар и критериев отбора, обеспечивающих получение рекомбинаций с соответствующими параметрами признаков и свойств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, Л.Н. Анатомическое строение стебля конопли в зависимости от нормы высева / Л.Н. Александрова, Д.П. Ефейкин // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 4(29). – С. 24–26.
2. Александрова, Л.Н. Анатомическое строение растений конопли в зависимости от внесения осадков сточных вод и минеральных удобрений / Л.Н. Александрова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2017. – № 2(4). – С. 21–27.
3. Аринштейн, А.И. Качественные признаки семян различных сортов конопли, их изменчивость и характер наследования: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Аринштейн Анна Иосифовна. – Киев, 1940. – 22 с.
4. Аринштейн, А.И. К вопросу селекции однодомной конопли / А.И. Аринштейн // Доклады ВАСХНИЛ. – 1955. – № 1. – С. 16–19.
5. Аринштейн, А.И. Селекция однодомной конопли в СССР / А.И. Аринштейн, В.А. Невинных // Бюллетень научно-технической информации ВНИИЛК. – 1956. – № 1. – С. 21–29.
6. Аринштейн, А.И. Направленное изменение пола у конопли в целях выведения сортов, обеспечивающих проведение однократной механизированной уборки / А.И. Аринштейн // Управление наследственностью сельскохозяйственных растений. – 1963. – С. 420–429.
7. Аринштейн, А.И. Изменение пола у конопли в целях выведения однодомных и одновременно созревающих сортов : автореф. дис. ... д-р с.-х. наук / Аринштейн Анна Иосифовна. – Киев, 1965. – 46 с.
8. Аринштейн, А.И. Гетерозис у гибридов разных половых форм конопли / А.И. Аринштейн // Цитология и генетика. – 1966. – № 2. – С. 85–92.
9. Аринштейн, А.И. Методы выведения высококачественных сортов однодомной конопли / А.И. Аринштейн, Г.А. Хренникова // Биология возделывания и первичная обработка конопли и кенафа. – 1969. – С. 12–14.

10. А.с. 77809. Конопля Милена / Давыдова О.К., Александрова М.Р., Белоусов Р.О., Серков В.А.; заявитель ООО «Коноплекс» – № 8056999; заявл. 27.12.2018; опубл. 27.03.2020.

11. Базанов, Т.А. Изучение генетического полиморфизма сортов конопли посевной российской селекции с применением ISSR-маркеров / Т.А. Базанов, И.В. Ущাপовский, Н.Н. Логинова, Е.В. Смирнова, П.Д. Михайлова // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 3(27). – С. 9–19.

12. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г. И. Баздырев. – М: КолосС, 2004. – 328 с.

13. Бакулова, И.В. Первичное семеноводство безнаркотических сортов конопли посевной в условиях Среднего Поволжья / И.В. Бакулова // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 5. – С. 4–8.

14. Бутяйкин, В.В. Основы агрономии / В.В. Бутяйкин. – Саранск : МОРДОВИЯ-ЭКСПО, 2013. – 88 с.

15. Бутяйкин, В.В. Технологии в сельском хозяйстве / В.В. Бутяйкин, С.В. Истихин, А.В. Конаков. – Саранск : ООО "Референт", 2014. – 64 с.

16. Вавилова, П.П. Растениеводство / П. П. Вавилова и др.– Москва: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

17. Валько, Н.С. Гибридизация южной двудомной конопли с однодомной / Н.С. Валько // Селекция и семеноводство. – 1961. – №1. – С. 31–34.

18. Вировец, В.Г. Однодомная конопля в Польской Народной Республике / В.Г. Вировец // Лён и конопля. 1974. – №5. – С. 36–38.

19. Вировец, В.Г. Исследование мировой коллекции конопли в селекционных целях / В.Г. Вировец, В.И. Романенко // Сб. тр. ВНИИЛК. – 1974а. – Вып. 35. – С. 53–57.

20. Вировец, В.Г. Методические указания на селекции конопли на снижение содержания каннабиноидов / В.Г. Вировец, Л.М. Горшкова, Г.И. Сенченко, М.М. Сажко. – М., 1985. – 13 с.

21. Вировец, В.Г. Особенности создания сортов конопли, не содержащих наркотических веществ / Вировец В.Г., Горшкова Л.М., Румянцева Л.Г.,



Щербань И.И. // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – ВНИИР. – 1991. – Т. 144. – С. 74–79.

22. Воронков, Ю.М. Использование данных об основных и минорных компонентах растения конопли при криминалистических исследованиях гашиша / Ю.М. Воронков, В.С. Зеленецкий // Методич. рекомендации. – М.: ВНИИСЭ. – 1980. – 26 с.

23. Голобородько, П.А. Создание сортов конопли, не обладающих наркотической активностью / П.А. Голобородько, В.Г. Вировец, Н.М. Орлов, И.И. Щербань // Международный с.-х. журнал. – 1993. – № 4. – С. 50–51.

24. Горбачёва, Р.Г. Изменение состава и соотношения жирных кислот в прорастающих семенах конопли / Р.Г. Горбачёва // Сб. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – ВНИИР. – 1980. – Т. 66. – Вып. 3. – С. 37–41.

25. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортвые и семенные качества. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2005. – 24 с.

26. Григорьев, С.В. Жирнокислотный состав масла семян конопли среднерусского экотипа / С.В. Григорьев, О.В. Григорьев, С.Л. Гордиенко // Сельскохозяйственная биология (серия Биология растений). – 2006. – №3. – С. 49–52.

27. Григорьев, С.В. Биохимическая характеристика семян конопли из различных регионов России / С.В. Григорьев, Т. В. Шеленга, В.С. Батурин, Ю.В. Сарана // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 22–23.

28. Григорьев, С.В. Результаты селекции промышленной конопли текстильного, масличного и лекарственного направлений использования в РФ / С.В.Григорьев, К.А.Илларионова // Труды Кубанского ГАУ. – 2015. – №55. – С. 44–48.

29. Григорьев, С.В. Масла конопли и хлопчатника образцов коллекции ВИР как источник функциональных пищевых ингредиентов / С.В. Григорьев,

Т.В. Шеленга, К.В. Илларионова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 2. – С. 38–43.

30. Гущина, В.А. Семенная продуктивность конопли посевной средне-русского экотипа сорта Сурская при выращивании в годы с различными гидротермическими условиями / В.А. Гущина, А.А. Смирнов, А.Д. Смирнов // Нива Поволжья. – 2020. – № 2(55). – С. 34–39.

31. Гущина, В.А. Правовые аспекты выращивания и переработки конопли посевной / В.А. Гущина, И.И. Сологуб // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. – 2021. – С. 35–39.

32. Давидян, Г.Г. Конопля. Биология и исходный материал для селекции / Г.Г. Давидян // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1972. – Т.49. – Вып. 3. – С. 176–189.

33. Давидян, Г.Г. Возделывание льна-долгунца и конопли / Г.Г. Давидян. – Ленинград: Колос, 1979. – 192 с.

34. Давыдова, С.А. Техническая оснащенность селекции и семеноводства при возделывании льна-долгунца и конопли посевной / С.А. Давыдова, М.Е. Чаплыгин, Р.А. Попов // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 4. – С. 72–78.

35. Дёмкин, А.П. Дальность полёта и жизнеспособность пыльцы конопли / А.П. Дёмкин, А.В. Астахова // Работы по биологии, селекции и семеноводству конопли. – М., 1952. – Вып. XXI. – С. 77–85.

36. Демкин, А.П. Биологические и агротехнические основы семеноводства конопли : автореф. дис. ... д-ра с.х. наук: / А.П. Демкин. – Киев, 1967. – 58 с.

37. Дёмкин, А.П. Опыт получения семян и волокна конопли по 15 центнеров с гектара / А.П. Дёмкин, А.Д. Бондаренко // Лён и конопля. – 1979. – №.2. – С. 19–22.

38. Димитриев, В.Л. Урожайность и качество тресты однодомной конопли сорта Диана в зависимости от норм высева семян / В.Л. Димитриев, Л.Г. Шашкаров, М.И. Яковлева // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2018. – Т. 4 – № 2(14). – С. 31–36.

39. Димитриев, В.Л. Сравнительная оценка некоторых морфолого-анатомических особенностей стеблей гибридов двудомных сортов конопли с однодомными / В.Л. Димитриев, Л.Г. Шашкаров, М.И. Яковлева // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 38–45.

40. Димитриев, В.Л. Морфологическое строение листа и его взаимосвязь с другими признаками конопли / В.Л. Димитриев, Л.Г. Шашкаров, А.В. Чернов // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : Материалы II Международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 20–22.

41. Димитриев, В.Л. Сравнительная оценка морфологических особенностей мужских цветков и пыльцы у стерильных и фертильных растений конопли / В.Л. Димитриев, Л.Г. Шашкаров, А.В. Чернов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2(62). – С. 6–11.

42. Димитриев, В.Л. Масличность семян и её взаимосвязь с основными признаками растений у конопли / В.Л. Димитриев, М.И. Яковлева, Л.Г. Шашкаров, В.В. Павлов // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 1(41). – С. 13–19.

43. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

44. Елисеева, Л.В. Морфолого-биохимические свойства семян основных половых типов однодомной конопли сорта Диана / Л.В. Елисеева, Г.С. Степанов, А.И. Кузнецов // Достижения и перспективы развития селек-

ция и семеноводства с.-х. культур: Мат. Всеросс. науч.-пр. конф. – 1999. – С. 160–163.

45. Жатов, А.И. Изменение соотношения половых типов у конопли / А.И. Жатов, Н.М. Орлов // Лён и конопля. – 1975. – № 2. – С. 30–31.

46. Жатов, А.И. К вопросу о генетике пола у конопли / А.И. Жатов // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа. Тр. ВНИИЛК. – 1978. – Вып. 41. – С. 24–30.

47. Зеленина, О.Н. Динамика содержания каннабиноидов в растениях конопли / О.Н. Зеленина, А.А. Смирнов // Нива Поволжья. – 2010. – №4 (17). – С. 16–20.

48. Зеленина, О.Н. Особенности каннабиноидообразования в растениях конопли / О.Н. Зеленина, В.А. Серков, А.А. Смирнов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 4. – С. 61–64.

49. Зеленина, О.Н. Перспектива использования технической конопли в фармакологических целях / О.Н. Зеленина, И.А. Галиахметова, В.А. Серков // Инновационная техника и технология. – 2016. – №4 (09). – С. 11–13.

50. Исламгулов, Д.Р. Биологические особенности конопли посевной / Д. Р. Исламгулов, Г.Г. Бикбаева // Российский электронный научный журнал. – 2021. – № 3(41). – С. 48–56.

51. Кабанец, В.М. Влияние сортовых особенностей конопли посевной на динамику водного дефицита тканей листьев / В.М. Кабанец // Danish Scientific Journal. – 2020. – №42. – С. 3–6 (a).

52. Каплунова, Р.И. Гибридизация двудомной и однодомной форм конопли / Р.И. Каплунова // Возделывание и первичная обработка конопли и кенафа. Тр. ВНИИЛК. – 1969. – С.41–51.

53. Кобзарь, В.Н. Аллергия на пыльцу конопли в изменяющемся мире / В.Н. Кобзарь // Бюллетень науки и практики. – 2023. – Т. 9 – № 9. – С. 58–68.

54. Ковалев, М.М. Технологии и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справочник / М.М. Ковалев, Л.М. Колчина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 184 с.

55. Коломейченко, В.В. Растениеводство: учебник / В.В. Коломейченко – Москва: Агробизнес-центр, 2007. – 600 с.

56. Кондратенко, А.И. Золотой век конопли. А.И. Кондратенко – Орёл: Тип. «Труд», 1998. – 199 с.

57. Лайко, И.М. Методические аспекты повышения семенной продуктивности конопли посевной на основе фенотипических признаков соцветий / И.М. Лайко, С.В. Мищенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 7(105). – С. 51–55.

58. Лайко, И.М. Зависимость содержания масла от генотипа и количественных признаков семян конопли / И.М. Лайко, А.И. Кириченко, С.В. Мищенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1(37). – С. 38–43.

59. Лайко, И.М. Некоторые аспекты изучения и создания гетерозисных гибридов конопли / И.М. Лайко, В.П. Ситник, В.Г. Вировец // Сб. тр. «Сел. технология виробництва та первинної переробки льону і конопель». – 2000. – С. 88–92.

60. Лазарев, А.В. Обзор классификации семейства коноплевые (CANNABACEAE Endlicher, 1837, Gen. PL. 286.) / А. В. Лазарев // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2010. – № 3(74). – С. 5–9.

61. Малявин, Е.К. Особенности технологии возделывания конопли на волокно и масло / Е.К. Малявин, Е.В. Ражина // Молодежь и наука. – 2022. – № 10.

62. Медведев, А.М. Доклад председателя Совета селекционеров в области растениеводства / А.М. Медведев // Информационный бюллетень. – №9-10. – 2006. – С. 24–36.

63. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР / Г.И. Сенченко [и др.], ВАСХНИЛ. – М., 1980. – 30 с.

64. Мигаль, Н.Д. Особенности биологии цветения однодомной и двудомной конопли / Н.Д. Мигаль // С.-х. биол. – 1976. – Т.ХІ. – №5. – С. 680–684.

65. Мигаль, Н.Д. Генетическое определение пола конопли. Сообщение I. Фенотипические различия половых типов / Н.Д. Мигаль // Генетика. – 1986. – Вып.22. – С. 822 – 828.

66. Мигаль, Н.Д. Генетические особенности конопли / Н.Д. Мигаль // Технические культуры. – 1991. – № 6. – С. 46–49.

67. Мигаль, Н.Д. Генетика пола конопли / Н.Д. Мигаль. – Глухов: ИЛК, 1992. – 216 с.

68. Мигаль, Н.Д. Наследование и практическое использование интерсексуальной формы мужской стерильности конопли / Н.Д. Мигаль, Е.И. Бородина // Цитология и генетика. – Т. XXII. – № 2. – 1988. – С. 40–45.

69. Мигаль, Н.Д. Изучение изменчивости морфологических признаков конопли в связи с идентификацией сортов / Н.Д. Мигаль, И.Л. Кмец, Т.И. Ступак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №3(113). – С. 39–43.

70. Мищенко, С.В. Наследование признаков эколого-географического типа у реципрокных сортолинейных, линейносортных и межлинейных гибридов конопли / С.В. Мищенко // Конкурентная способность отечественных гибридов, сортов и технологии возделывания масличных культур : Сборник материалов 8-й международной конференции молодых учёных и специалистов. – Краснодар. – 2015. – С. 94–98.

71. Мищенко, С. В. Изменчивость количественных признаков линейных гибридов конопли F1-F3 среднерусского и южного эколого-географических типов / С.В. Мищенко, И.М. Лайко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2(34). – С. 30–36.

72. Морыганов, А.П. Отечественное целлюлозное волокно перспективное сырье для Российской текстильной промышленности / А.П. Морыганов //

Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2018. – № 4 (376). – С. 44–49.

73. Наумкин, В.Н. Технология растениеводства: учебное пособие / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин. – Санкт Петербург: Издательство «Лань», 2014. – 592 с.

74. Невинных, В.А. О семеноводстве гибридной конопли / В.А. Невинных, П.В. Нимченко // Лен и конопля. – 1973. – №3. – С. 34–36.

75. Николаева, Е.А. Урожайность и качество стеблей и волокна однодомной конопли сорта Вера / Е.А. Николаева // Студенчество России: век XXI : Материалы VII Всероссийской молодёжной научно-практической конференции. – 2020. – С. 154–158.

76. Нимченко, П.В. Результаты селекции южной конопли, не обладающей наркотическими свойствами в Краснодарском НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / П.В. Нимченко, Т.И. Сухорада // Науч. тр.: юбил. вып., посвящ. 95-летию со дня рождения акад. П.П. Лукьяненко. – 1996. – С. 381–384.

77. Орлов, Н.М. Влияние этрела на переопределение пола мужских растений двудомной и однодомной конопли / Н.М. Орлов // Тр. ВНИИЛК, 1977. – Вып.40. – С. 52–57.

78. Плужникова, И.И. Влияние протравителя и минерального удобрения на ростовые процессы и зараженность семян конопли посевной возбудителями болезней / И.И. Плужникова, Н.В. Криушин, И.В. Бакулова // Масличные культуры. – 2019. – № 2(178). – С. 103–109.

79. Попов, Р.А. Анализ работы режущего аппарата для бесподпорного среза стеблей технической конопли / Р.А. Попов, Г.А. Перов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3(51). – С. 14–21.

80. Прахова, Т.Я. Оценка сортов конопли посевной по продуктивности и параметрам адаптивности / Т.Я. Прахова, И.В. Бакулова, А.Е. Мустюков // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 60–62.

81. Постановление Правительства РФ от 6 февраля 2020 г. N 101 «Об установлении сортов наркосодержащих растений, разрешенных для культивирования для производства используемых в медицинских целях и (или) ветеринарии наркотических средств и психотропных веществ, для культивирования в промышленных целях, не связанных с производством или изготовлением наркотических средств и психотропных веществ, а также требований к сортам и условиям их культивирования». – URL: <https://base.garant.ru/>

82. Раушковский, С.С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла / С.С. Раушковский. – М.: Пищепромиздат, 1959. – 46 с.

83. Росленконопля. – Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/>.

84. Рудаков, О.Л. Определитель грибов, паразитирующих на коноплевых // Большие Вяземы, 2002. – 39 с.

85. Румянцева, Л.Г. Методические указания. Изучение коллекции конопли / Л.Г. Румянцева, М.Г. Дудник. – Л.: ВИР, 1989. – 20 с.

86. Румянцева, Л.Г. Исходный материал для селекции конопли / Румянцева Л.Г., Вировец В.Г., Горшкова Л.М., Щербань И.И. // Сб. тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – 1991 – т. 144. – С. 80–86.

87. Сенченко, Г.И. Гибридизация географически отдалённых форм конопли / Сенченко Г.И. // Конопля и другие лубяные культуры. – 1959. – С. 98–107.

88. Сенченко, Г.И. Конопля / Г.И. Сенченко, А.И. Аринштейн, М.А. Тимонин. – Сельхозиздат, 1963. – 463 с.

89. Сенченко, Г.И. Высоковолокнистые сорта конопли и методы их выведения: автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук: Сенченко Григорий Иванович. – Л., 1965. – 56 с.

90. Сенченко, Г.И. Межсортовая гибридизация – основной метод создания сортов однодомной конопли / Г.И. Сенченко, В.Г. Вировец, И.И. Щербань // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа. – 1977а. – Вып.40. – С. 3–12.



91. Сенченко, Г.И. Конопля / Г.И. Сенченко, М.А. Тимонин. – М.: Колос, 1978. – 228 с.

92. Сенченко, Г.И. Методические указания по селекции конопли и производственной проверке законченных НИР / Г.И. Сенченко, А.И. Жатов, В.Г. Вировец, А.П. Демкин, М.А. Тимонин. – М.: ВАСХНИЛ, 1980а. – 30 с.

93. Серков, В.А. Достижения и перспективы развития селекции и семеноводства однодомной конопли в Пензенском НИИСХ / В.А. Серков // Мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. проблемам растений, содерж. наркотические вещества. – Краснодар, 2004. – с.57–60.

94. Серков, В.А. Агротехнические приемы формирования урожайности и качества продукции нового сорта безнаркотической конопли Сурская / В.А. Серков, С.В. Сальников // Нива Поволжья. – 2009. – №3(12). – С. 91–96.

95. Серков, В.А. Селекция однодомной безнаркотической конопли в Пензенском НИИСХ / В.А. Серков, О.Н. Зеленина // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – Выпуск 1 (146-147). – С. 58–61.

96. Серков, В.А. Формирование сортового разнообразия и совершенствование приёмов технологии выращивания семян безнаркотической однодомной конопли в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... д-ра с.х. наук: 06.01.05 / Серков Валериан Александрович. – Пенза, 2012. – 50 с.

97. Серков, В.А. Селекция и семеноводство однодомной безнаркотической конопли в лесостепи Среднего Поволжья: монография / В.А. Серков. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 230 с.

98. Серков, В.А. Специфика применения приема чеканки в производственном процессе производства волокна и масла однодомной конопли / В.А. Серков, С.В. Сальников, Л.В. Климова // Нива Поволжья. – 2012. – №1(22). – С. 45–51.

99. Серков, В.А. Оценка эффективности некоторых пестицидов для совершенствования системы защиты однодомной конопли посевной / В.А. Сер-

ков, И.И. Плужникова, С.В. Сальников, Л.В. Климова // Нива Поволжья. – 2013. – № 2(27). – С. 60–65.

100. Серков В.А. Основные направления и результаты селекции конопли посевной в Пензенском НИИСХ в 2001-2016 гг./ В.А. Серков, О.Н. Зеленина, Л.В. Климова // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 50–55.

101. Серков, В.А. К проблеме регуляции процесса половой дифференциации растений конопли посевной / В.А. Серков, В.Н. Хрянин, О.Н. Зеленина // Инновационная техника и технология. – 2017. – № 2(11). – С. 5–12.

102. Серков, В.А. Развитие коноплеводства в России и мире / В.А. Серков, М.Р. Александрова, А.Д. Смирнов // Сурский вестник: научный электронный журнал. – 2018. – Выпуск 3. – С. 58–61.

103. Серков, В.А. Возделывание однодомной конопли посевной среднерусского экотипа. Практические рекомендации. / В.А. Серков, Смирнов А.А., Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В., Александрова М.Р., Давыдова О.К., Смирнов А.Д. – Пенза, 2018. – 52 с.

104. Серков В.А. Формирование перспективного селекционного материала для создания безнаркотических сортов конопли посевной. / В.А. Серков, Л.В. Климова, М.В. Данилов // Нива Поволжья. – 2018. – №3 (48). – С. 62–67.

105. Серков В.А. Конкурсное сортоиспытание перспективного селекционного материала конопли посевной. / В.А. Серков, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова // Нива Поволжья. – 2019. – №2 (51) – С. 91–100.

106. Серков В.А. Актуальные направления селекции конопли посевной для решения современных проблем отечественной экономики и импортозамещения. / В.А. Серков, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова // Нива Поволжья. – 2019. – №3 (52) – С. 38–47.

107. Серков В.А. Новый сорт конопли посевной Милена. / В.А. Серков, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №5 (371) – С. 16–18.

108. Серков В.А. Новый исходный материал для селекции безнаркотических сортов конопли посевной. / В.А. Серков, Л.В. Климова, М.В. Данилов, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №2 – С. 75–80.

109. Серков В.А. Жирнокислотный состав масла семян нового сорта конопли посевной Милена. / В.А. Серков, М.В. Данилов, Р.О. Белоусов, М.Р. Александрова, О.К. Давыдова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №6 (378) – С. 101–103.

110. Серков В.А. Оценка селекционного материала конопли посевной на содержание каннабиноидных соединений / В.А.Серков, В.В. Кошеляев, О.К. Давыдова, И.П. Кошеляева // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Пенза. – 2023. – С. 194–197.

111. Серков В.А. Оценка вероятности различий между сортами конопли южного и среднерусского экотипов по признакам скороспелости и высоты растений / В.А. Серков, В.В. Кошеляев, О.К. Давыдова, И.П. Кошеляева // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Пенза. – 2023. – С. 198–201.

112. Серков В.А. Характеристика сортов конопли посевной южного и среднерусского экотипов./ В.А. Серков, В.В. Кошеляев, О.К. Давыдова, И.П. Кошеляева // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Пенза. – 2023. – С. 201–204.

113. Смирнов А.Д. Влияние условий произрастания конопли посевной на фенологические фазы развития. / А.Д. Смирнов, Р.О. Белоусов, М.Р. Александра, О.К. Давыдова // VIII Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ. – Сборник статей. – Пенза. – 2020. – С. 150–152.

114. Смирнов, А.А. Селекция и семеноводство безнаркотических сортов конопли / А.А. Смирнов, В.А. Серков, О.Н. Зеленина // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №12. – С. 34–36.

115. Смирнов, А.Н. Особенности изменения геометрических параметров стеблей современных сортов безнаркотической конопли для обоснования технологии получения из них волокна / А.Н. Смирнов, С.В. Жукова, Е.Л. Пашин // Аграрный вестник Нечерноземья. – 2021. – № 3(3). – С. 44–48.

116. Степанов, Г.С. Особенности проявления гетерозиса по некоторым хозяйственно ценным признакам у однодомных гибридов конопли / Г.С. Степанов // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: сб. науч. тр.: ВНИИЛК. – 1974. – Вып.36. – С. 42–56.

117. Степанов, Г.С. Основы создания однополой конопли. Селекция и семеноводство / Г.С. Степанов // Респуб. межвед. тематич. науч. сб., вып.6. – 1974а. – С. 32–38.

118. Степанов, Г.С. Основы создания и перспективы использования сложных гибридов конопли / Г.С. Степанов // Селекция и семеноводство. Киев.: Урожай, 1975. – С. 49–54.

119. Степанов, Г.С. К вопросу создания однополой формы конопли / Г.С. Степанов // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: сб. науч. тр.: ВНИИЛК. – Глухов, 1975а. – Вып.37. – С. 56–60.

120. Степанов, Г.С. Выбор метода математической оценки комбинационной способности сортов конопли и кенафа / Г.С. Степанов, Л.В. Фомина // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа: сб. науч. тр.: ВНИИЛК. – Глухов, 1975б.- Вып.37. – С. 41–48.

121. Степанов, Г.С. Основы создания и перспективы использования сложных гибридов конопли / Г.С. Степанов // Селекция и семеноводство. – Киев: Урожай, 1975в. – С. 49–54.

122. Степанов, Г.С. Изменчивость и наследуемость основных элементов продуктивности у межсортовых гибридов конопли / Г.С. Степанов // С.-х. биология. – 1977. –Т. XII, №4. – С. 524–528.

123. Степанов, Г.С. Способ селекции растений конопли / Г.С. Степанов / Патент 2080056. – Бюл. № 15. –1997. – 24 с.

124. Степанов, Г.С. Новые селекционные сорта и перспективы возрождения коноплеводства в России / Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, И.В. Романова, И.Н. Николаев // Аграрная наука. – 2004. – № 11. – С. 15–17.

125. Степанов, Г.С. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, И.В. Романова. – Цивильск, 2005. – 35 с.

126. Степанов, Г.С. Атлас-определитель половых типов растений конопли/ Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, Романова // Чувашский НИИСХ. Чебоксары. – 2011,– 164 с.

127. Степанов, Г.С. Внедрение принципиально новых научно-технических решений по производству биологически полноценных продуктов из культурной конопли / Г.С. Степанов, Н.А. Трофимова, И.В. Романова // Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье : Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Владимирского НИИСХ Россельхозакадемии, Суздаль, 02–04 июля 2013 года / Владимирский НИИСХ. Том 1. – Суздаль: ПресСто, 2013. – С. 100–104.

128. Стрежелецкий, А.В. Селекция и семеноводство однодомной конопли в Польше / А.В. Стрежелецкий // Лён и конопля. –1970. – №10. – С. 37–39.

129. Сустрина, В.Э. Работы по агротехнике, селекции и семеноводству конопли : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / В.Э. Сустрина. – Лунино, 1967. – 38 с.

130. Сухорада, Т.И. Комбинационная способность сортов конопли по содержанию тетрагидроканнабинола / Т.И. Сухорада, П.В. Нимченко // Сб. науч. тр. КНИИСХ. – Краснодар, 1996. – С. 384–389.

131. Сухорада, Т.И. Селекция южной конопли / Т.И. Сухорада; КНИИСХ. -Краснодар, 2005а. – 190 с.

132. Сухорада, Т.И. Селекция безнаркотических сортов южной конопли и элементы их сортовой агротехники : автореф. дис. ... д-ра с.х. наук: 06.01.05 / Сухорада Татьяна Ивановна. – Краснодар, 2005. – 50 с.

133. Сухорада, Т.И. Однодомные сорта южной конопли селекции Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко / Т.И. Сухорада, М.М. Шабельный, С.А. Семьинин, М.Н. Пройдак // Материалы XIX международного симпозиума "Нетрадиционное растениеводство. Селекция и генетика. Эниология. Экология и здоровье" 12-19 сентября 2010г. – Симферополь, 2010. – С. 419–422.

134. Сухорада, Т.И. Сравнительная характеристика сорта и гибрида конопли двойного направления использования / Т.И. Сухорада, М.Н. Пройдак, М.М. Шабельный, С.В. Григорьев // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. Т. 167. – С.-Пб.: 2010а. – С. 276–279.

135. Сухорада, Т.И. Конопля на Кубани / Т.И. Сухорада // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016 г., Краснодар, 29 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 24–25.

136. Таточенко, И.М. Возрождение коноплеводства как актуальная задача развития современного российского АПК / И.М. Таточенко, А.А. Махамджалилов // Modern Science. – 2019. – № 6-2. – С. 95–104

137. Тимонин, М.А. Конопля / М.А. Тимонин, Г.И. Сенченко, М.Н. Сажко // М.: Колос, 1984. – 453 с.

138. Тихвинский, С.Ф. Антоциановые пигменты растений и их роль в адаптивной селекции сельскохозяйственных культур / С.Ф. Тихвинский, С.В. Доронин // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 3. – С. 15–19.

139. Тихомиров, В.Т. Способ получения, состав, физиологическое действие конопляного масла / В.Т. Тихомиров, В.А. Барашкин // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – № 1. – С. 32–37.

140. Торикив, В.Е. Практикум по растениеводству : Учебное пособие для студентов обучающихся по специальностям: 100102-Агрономия, 110201-Агроэкология, 110305 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции / В.Е. Торикив. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2010. – 416 с.

141. Торикив, В.Е. Лен – долгунец: биология и технологии возделывания / В.Е. Торикив, В.М. Шаков ; Под редакцией В.Е. Торикива. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2010. – 97 с.

142. Федченко, Н.В. Повышение содержания масла в семенах местных сортов конопли в процессе селекционной и семеноводческой работы / Н.В. Федченко: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук. – 1951. – 26 с.

143. Хоружий, Л.И. Перспективы развития коноплеводства / Л.И. Хоружий, Т.И. Ашмарина // Экономика сельского хозяйства России. – 2021. – № 3. – С. 50–55.

144. Хренников, А.С. Конопля / А.С. Хренников. – М., 1951. – 458 с.

145. Шабельный, М.М. Сравнительная характеристика двудомных и однодомных сортов южной конопли / М.М. Шабельный, С.А. Семьинин // Мат. III Всерос. науч. - практ. конф. молодых учёных "Научное обеспечение агропромышленного комплекса". – 2009. – С. 92–94.

146. Шипунов, А.Б. К вопросу о систематике конопли / А.Б. Шипунов // Теория и практика судебной экспертизы. – 2010. – №3. (19). – С. 128–130.

147. Ярмоленко А.В. Порядок Urticales // Флора СССР. – М.; Л.: Изд. акад.наук СССР. – Т. 5. – С. 382–384.

148. Bocsa, J. Effect of nitrogen on tetra hydrocannabinol (THC) content in hemp (*Cannabis Sativa* L.) leaves at different position / Bocsa J., Mothe P., Hanguel L. // J. Int. Hemp Ass., 1997. – Vol.4. – № 2. – P. 80–81.

149. Bredemann, G. Die Zeitung von monozytischen und diozytischen faserertragreichen Hanfsorten Fibrimon und Fibridia / G. Bredemann, K. Garbek, W. Hunke // Pflanzenzuchtung. – 1961. №3. – P. 46–50.

150. Deferne J.L., Pate D.W. Hemp seed oil a source of valuable essential fatty acids // J. Int. Hemp Ass. – 1996. 3(1). – P. 4–7.

151. Johansen, B.R. Effectivity of polycross and topcross tests in lucerne in relation to planting method and fertility / B.R. Johansen // Kobenhavn. – 1967. – P. 157–173.

152. Heide, V. Hanf – ein nachwachsender Rostoff mit Zukunft auch in Baden-Wurtemberg / V. Heide, V. Berlepsch // Ber. Landwirtsch. – 2000. – №78. – P. 335–346.

153. Molleken, H. Survey of minor fatty acids in *Cannabis sativa* L. fruits of various / H. Molleken, R. Theimer // J. Int. Hemp Ass. – 1997. Vol.4. – №1. – P. 13–17.

154. Sengbusch, R.V. Ein weiterer Beitrag zur Vererbung des Geschlechts bei Hanf als Grundlage für die Zuchtung eines monozytischen Hanfes / R.V. Sengbusch // Pflanzenzuchtung. – 1952. Vol.31, №3. – P. 319–338.



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Таблица 1 – Содержание суммы основных каннабиноидов в растениях конопли, %

№ п/п	Селекционный номер	Сумма основных каннабиноидов, %		
		2018	2019	2020
1	С -1	1,395	2,028	1,713
2	Ю- 1	1,708	2,753	2,233
3	Н- 1	1,772	2,843	2,310
4	М - 1	1,027	2,572	1,802
5	В-1	1,753	2,980	2,369
6	О-13	1,136	2,580	1,861
7	О-6	1,858	2,623	2,243
8	О-9	1,564	2,034	1,802
9	О-11	1,649	2,263	1,959
10	О-18	1,810	2,316	2,065
11	Ю-2	1,963	2,918	2,443
12	К-8	1,667	2,697	2,184
13	З-2	1,938	2,901	2,422
14	О-1	1,634	2,421	2,030
15	К-1*	1,231	1,942	1,589
16	О-16	1,870	2,797	2,335
17	К-4	1,196	2,480	1,840
18	К-5	1,001	2,597	1,802
19	З-1	2,393	3,515	2,957
20	З-4*	1,135	1,902	1,521
21	К-10	1,990	2,461	2,217
22	О-4*	0,797	1,519	1,159
23	О-2	1,514	1,674	1,595
24	О-12	1,588	2,574	2,083
25	О-3	1,795	2,023	1,910
26	О-17*	1,238	2,299	1,769
27	О-14*	1,079	1,825	1,454
28	З-5	1,617	3,095	2,357
29	К-7*	1,264	0,952	1,110
30	З-3	2,057	2,353	2,207
31	О-8*	1,306	2,283	1,795
32	О-10	1,174	2,959	2,069
33	К-2	1,442	2,334	1,890
34	К-6*	1,212	1,674	1,444
35	К-3	1,065	2,758	1,912
36	К-11*	1,226	2,278	1,754
37	О-5	1,086	2,862	1,976
38	З-6	1,819	2,738	2,280
39	О-7*	0,760	2,309	1,536
40	К-9	0,971	2,474	1,725
41	О-15*	0,269	1,107	0,690
Среднее значение		1,438	2,383	1,912

Примечание: \* – образцы, которые за все годы исследования имели значения содержания основных каннабиноидов стабильно ниже среднего значения всей совокупности образцов

Таблица 2 – Содержание ТГК в растениях конопли, %

№ п/п	Селекционный номер	Содержание ТГК, %		
		2018	2019	2020
1	С-1*	0,044	0,062	0,053
2	Ю-1	0,055	0,083	0,069
3	Н-1	0,06	0,083	0,072
4	М-1	0,035	0,070	0,053
5	В-1	0,063	0,090	0,077
6	О-13	0,035	0,080	0,058
7	О-6	0,056	0,082	0,069
8	О-9*	0,038	0,059	0,049
9	О-11	0,051	0,070	0,061
10	О-18	0,061	0,074	0,068
11	Ю-2	0,063	0,081	0,072
12	К-8	0,054	0,092	0,073
13	З-2	0,063	0,082	0,073
14	О-1	0,053	0,066	0,060
15	К-1	0,042	0,073	0,058
16	О-16	0,054	0,086	0,070
17	К-4*	0,041	0,067	0,054
18	К-5	0,036	0,085	0,061
19	З-1	0,076	0,111	0,094
20	З-4*	0,039	0,067	0,053
21	К-10	0,062	0,069	0,055
22	О-4*	0,024	0,042	0,033
23	О-2	0,045	0,045	0,045
24	О-12*	0,041	0,063	0,052
25	О-3	0,056	0,067	0,062
26	О-17	0,040	0,074	0,057
27	О-14*	0,033	0,048	0,041
28	З-5	0,051	0,082	0,066
29	К-7*	0,043	0,032	0,038
30	З-3	0,069	0,075	0,072
31	О-8	0,042	0,074	0,058
32	О-10	0,034	0,085	0,060
33	К-2	0,044	0,078	0,061
34	К-6*	0,041	0,045	0,043
35	К-3	0,037	0,074	0,055
36	К-11*	0,042	0,054	0,048
37	О-5*	0,042	0,059	0,051
38	З-6	0,061	0,073	0,067
39	О-7	0,019	0,067	0,043
40	К-9	0,033	0,076	0,054
41	О-15*	0,009	0,036	0,023
Среднее значение		0,046	0,070	0,058

Примечание: \* – образцы, которые за все годы исследования имели значения содержания ТГК стабильно ниже среднего значения всей совокупности образцов

Таблица 3 – Содержание обычной поскони в растениях конопли, %

№ п/п	Селекционный номер	Содержание обычной поскони, %		
		2018	2019	2020
1	С-1	1	2	2
2	Ю-1*	0	0	0
3	Н-1	3	2	3
4	М-1	7	0	1
5	В-1	2	5	4
6	О-13	2	2	2
7	О-6	0	3	2
8	О-9	1	2	2
9	О-11*	0	0	0
10	О-18	0	1	0
11	Ю-2	6	0	1
12	К-8*	0	0	0
13	З-2	5	2	4
14	О-1	2	2	0
15	К-1*	0	0	0
16	О-16*	0	0	0
17	К-4	3	1	2
18	К-5*	0	0	0
19	З-1	1	4	3
20	З-4	2	3	3
21	К-10	0	1	1
22	О-4*	0	0	0
23	О-2	0	1	0
24	О-12	0	1	1
25	О-3*	0	0	0
26	О-17*	0	0	0
27	О-14*	0	0	0
28	З-5	4	0	2
29	К-7	1	0	0
30	З-3*	0	0	0
31	О-8	0	1	1
32	О-10	1	4	3
33	К-2	1	4	0
34	К-6*	0	0	0
35	К-3	1	0	1
36	К-11	2	2	1
37	О-5*	0	0	0
38	З-6*	0	0	0
39	О-7	3	1	0
40	К-9	2	0	1
41	О-15*	0	0	0

Примечание: \* – образцы, которые обладали стабильным отсутствием поскони на протяжении всего исследования

Таблица 1 – Характеристики образцов конопли по морфологическим признакам

№ п/п	Селекционный номер	Высота растения, см			Техническая длина стебля, см			Диаметр стебля, мм			Длина соцветия, см		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	С-1	172	175	174	122	135	129	7	7	7	50	40	45
2	Ю-1	136	180	158	116	138	127	6	7	7	20	42	31
3	Н-1	151	177	164	129	141	135	5	6	6	22	36	29
4	М-1	122	128	125	104	102	103	4	4	4	18	26	22
5	В-1	138	164	151	121	127	124	5	6	6	17	37	27
6	О-13	190	180	185	163	144	154	7	6	7	27	36	32
7	О-6	161	200	181	139	148	144	6	8	7	22	52	37
8	О-9	203	194	199	190	154	172	8	7	8	13	40	27
9	О-11	200	190	195	170	155	163	6	7	7	30	35	33
10	О-18	204	205	205	161	141	151	7	6	7	43	64	54
11	Ю-2	224	235	230	187	188	188	8	8	8	37	47	42
12	К-8	209	205	207	171	174	173	8	7	8	38	31	35
13	З-2	211	254	233	180	208	194	7	9	8	31	46	39
14	О-1	223	197	210	190	167	179	8	7	8	33	30	32
15	К-1	199	207	203	160	167	164	7	8	8	39	40	40
16	О-16	188	169	179	158	144	151	7	6	7	30	25	28
17	К-4	196	181	189	171	159	165	7	6	7	25	22	24
18	К-5	180	175	178	153	149	151	6	6	6	27	26	27
19	З-1	212	232	222	182	188	185	7	8	8	30	44	37
20	З-4	211	178	195	176	161	169	8	6	7	35	17	26
21	К-10	209	210	210	181	165	173	7	8	8	16	45	31
22	О-4	178	175	177	146	144	145	7	6	7	32	31	32
23	О-2	218	160	189	182	125	154	8	7	8	36	35	36
24	О-12	185	158	172	157	136	147	7	6	7	28	22	25
25	О-3	208	185	197	173	148	161	7	7	7	35	37	36
26	О-17	207	205	206	157	168	163	8	8	8	50	37	44
27	О-14	187	163	175	156	139	148	7	5	6	31	24	28
28	З-5	234	188	211	203	168	186	10	7	9	31	20	26
29	К-7	213	139	176	178	110	144	8	6	7	35	29	32
30	З-3	206	196	201	180	170	175	8	7	8	26	26	26
21	К-10	209	210	210	181	165	173	7	8	8	16	45	31
22	О-4	178	175	177	146	144	145	7	6	7	32	31	32
23	О-2	218	160	189	182	125	154	8	7	8	36	35	36
24	О-12	185	158	172	157	136	147	7	6	7	28	22	25
25	О-3	208	185	197	173	148	161	7	7	7	35	37	36
26	О-17	207	205	206	157	168	163	8	8	8	50	37	44
27	О-14	187	163	175	156	139	148	7	5	6	31	24	28
28	З-5	234	188	211	203	168	186	10	7	9	31	20	26
29	К-7	213	139	176	178	110	144	8	6	7	35	29	32
30	З-3	206	196	201	180	170	175	8	7	8	26	26	26
	Среднее значение	193,4	181,6	187,7	161,8	150,0	156,1	7,07	6,56	7,12	31,3	31,6	31,7

Таблица 2 – Параметры хозяйственно полезных признаков образцов

№ п/п	Селекционный номер	Семенная продуктивность, г/раст			Масса 1000 семян, г			Содержание масла, %		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	С-1	14,0	6,4	10,2	16,2	16,4	16,3	29,84	33,13	31,49
2	Ю-1	3,9	3,8	3,9	13,6	16,0	14,8	28,78	23,77	26,28
3	Н-1	7,4	4,7	6,1	15,0	15,9	15,5	29,75	32,48	31,12
4	М-1	4,7	2,3	3,5	15,8	16,0	15,9	30,12	33,16	31,64
5	В-1	5,1	5,4	5,3	15,8	16,0	15,9	31,78	33,96	32,87
6	О-13	3,1	4,3	3,7	15,0	14,5	14,8	25,92	30,98	28,45
7	О-6	2,8	7,9	5,4	16,2	18,6	17,4	28,35	32,18	30,27
8	О-9	4,8	6,3	5,6	14,4	16,0	15,2	29,53	31,74	30,64
9	О-11	1,9	2,2	2,1	13,2	16,6	14,9	31,19	30,67	30,93
10	О-18	5,7	6,5	6,1	14,0	16,0	15,0	31,38	29,44	30,41
11	Ю-2	1,5	3,0	2,3	12,2	13,9	13,1	14,83	24,00	19,42
12	К-8	4,5	2,9	3,7	13,4	15,7	14,6	30,02	30,17	30,10
13	З-2	2,7	9,2	6,0	15,6	16,3	16,0	22,29	31,26	26,78
14	О-1	3,4	2,0	2,7	12,6	15,2	13,9	28,80	31,86	30,33
15	К-1	8,2	7,5	7,9	13,6	18,8	16,2	26,40	30,69	28,55
16	О-16	2,5	2,9	2,7	14,0	14,0	14,0	31,51	35,24	33,38
17	К-4	5,6	6,8	6,2	15,2	16,0	15,6	28,01	11,23	19,62
18	К-5	5,1	3,5	4,3	13,6	15,1	14,4	30,27	30,05	30,16
19	З-1	7,0	6,4	6,7	15,6	16,4	16,0	27,09	28,91	28,00
20	З-4	5,0	4,4	4,7	11,4	17,2	14,3	26,36	31,00	28,68
21	К-10	1,8	5,7	3,8	14,4	16,0	15,2	26,05	33,17	29,61
22	О-4	5,6	4,1	4,9	14,2	13,9	14,1	30,27	33,12	31,70
23	О-2	1,1	1,2	1,2	12,0	13,6	12,8	29,56	31,93	30,75
24	О-12	4,4	1,0	2,7	12,8	12,0	12,4	30,03	31,40	30,72
25	О-3	2,9	3,3	3,1	14,8	16,0	15,4	28,75	32,32	30,54
26	О-17	1,1	3,4	2,3	12,0	16,0	14,0	22,02	26,59	24,31
27	О-14	1,9	1,4	1,7	14,4	14,4	14,4	32,12	33,99	33,06
28	З-5	4,1	7,0	5,6	13,6	16,0	14,8	22,75	31,34	27,05
29	К-7	4,2	7,2	5,7	16,0	14,8	15,4	28,53	25,43	26,98
30	З-3	5,2	6,8	6,0	16,4	19,7	18,1	23,44	27,60	25,52
31	О-8	1,6	1,7	1,7	14,2	14,8	14,5	32,07	32,45	32,26
32	О-10	3,6	3,4	3,5	14,0	16,2	15,1	30,83	32,61	31,72
33	К-2	4,9	4,0	4,5	14,8	19,0	16,9	27,8	31,82	29,81
34	К-6	3,1	9,1	6,1	12,2	17,8	15,0	29,47	29,23	29,35
35	К-3	4,2	2,6	3,4	13,8	16,0	14,9	29,89	31,56	30,73
36	К-11	4,1	4,7	4,4	17,0	16,9	17,0	29,80	31,45	30,63
37	О-5	2,9	2,3	2,6	13,6	15,0	14,3	28,19	30,69	29,44
38	З-6	2,9	2,8	2,9	14,6	16,0	15,3	25,80	30,94	28,37
39	О-7	3,4	1,9	2,7	14,6	15,3	15,0	29,12	32,52	30,82
40	К-9	4,5	4,0	4,3	16,0	16,0	16,0	29,38	31,18	30,28
41	О-15	2,0	0,9	1,5	11,6	16,0	13,8	30,12	35,52	32,82
	Среднее значение	4,1	4,3	4,2	14,2	15,9	15,1	28,25	30,56	29,40

Таблица 3 – Показатели качества стеблей

№ п/п	Селекционный номер	Выход волокна общий, %			Содержание длинного волокна, %			Разрывная нагрузка чёсаного волокна, кгс			Гибкость чёсаного волокна, мм		
		2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	С-1	30,0	29,9	30,0	18,6	11,9	15,3	5,8	7,7	6,8	21,1	11,7	16,4
2	Ю-1	30,9	33,2	32,1	16,8	16,9	16,9	11,1	11,0	11,1	11,4	12,0	11,7
3	Н-1	30,4	29,6	30,0	18,5	19,1	18,8	11,9	10,6	11,3	11,3	11,3	11,3
4	М-1	25,6	26,9	26,3	14,8	15,5	15,2	14,4	10,8	12,6	12,0	10,0	11,0
5	В-1	32,0	30,8	31,4	23,5	18,7	21,1	10,1	8,5	9,3	15,0	12,0	13,5
6	О-13	25,5	29,8	27,7	10,8	13,5	12,2	7,2	1,7	4,5	11,3	15,0	13,2
7	О-6	27,8	30,4	29,1	13,4	14,5	14	12,8	6,5	9,7	11,3	10,0	10,7
8	О-9	28,6	25,2	26,9	17,9	12,6	15,3	12,2	7,3	9,8	12,8	15,0	13,9
9	О-11	25,4	27,5	26,5	12,0	11,8	11,9	12,4	12,4	12,4	12,2	12,5	12,4
10	О-18	27,4	25,9	26,7	14,2	13,3	13,8	8,7	10,2	9,5	14,3	11,7	13,0
11	Ю-2	26,4	29,8	28,1	17,3	15,2	16,3	11,6	8,3	10,0	10,0	10,0	10,0
12	К-8	28,3	29,6	29,0	13,6	11,1	12,4	10,0	8,2	9,1	13,7	14,0	13,9
13	З-2	26,1	24,5	25,3	16,3	10,5	13,4	9,8	13,3	11,6	15,5	10,0	12,8
14	О-1	27,0	29,9	28,5	14,4	20,0	17,2	13,2	10,7	12,0	12,8	10,0	11,4
15	К-1	30,0	30,8	30,4	17,8	19,2	18,5	13,5	13,2	13,4	10,0	12,0	11,0
16	О-16	28,5	29,2	28,9	19,2	18,3	18,8	16,4	16,7	16,6	13,7	15,0	14,4
17	К-4	29,1	29,2	29,2	15,9	15,9	15,9	16,1	15,7	15,9	11,7	14,4	13,1
18	К-5	27,4	25,4	26,4	14,3	11,4	12,9	10,2	12,7	11,5	11,4	12,0	11,7
19	З-1	27,4	27,6	27,5	17,3	16,8	17,1	12,1	8,6	10,4	12,5	11,4	12,0
20	З-4	26,9	29,6	28,3	15,5	16,7	16,1	10,6	8,0	9,3	14,4	22,8	18,6
21	К-10	25,8	28,1	27,0	16,6	15,0	15,8	9,3	12,6	11,0	14,0	10,0	12,0
22	О-4	28,0	30,5	29,3	14,9	17,8	16,4	9,2	12,9	11,1	14,3	12,5	13,4
23	О-2	31,7	29,6	30,7	26,4	13,7	20,1	14,8	8,4	11,6	11,7	10,0	10,9
24	О-12	30,6	33,3	32,0	19,8	22,1	21,0	10,0	10,0	10,0	15,0	14,0	14,5
25	О-3	30,3	33,0	31,7	19,6	13,4	16,5	10,5	4,9	7,7	15,0	10,0	12,5
26	О-17	28,1	26,5	27,3	16,2	12,2	14,2	8,9	1,4	5,2	10,0	10,0	10,0
27	О-14	30,7	32,7	31,7	13,1	15,6	14,4	11,6	10,4	11,0	17,1	10,0	13,6
28	З-5	30,8	25,8	28,3	17,3	13,2	15,3	10,0	5,9	8,0	11,4	12,5	12,0
29	К-7	29,8	27,6	28,7	20,8	22,3	21,6	10,2	4,7	7,5	12,5	12,0	12,3
30	З-3	26,0	26,8	26,4	14,4	13,0	13,7	4,5	12,2	8,4	11,7	12,5	12,1
31	О-8	27,3	28,5	27,9	17,5	15,8	16,7	13,5	9,5	11,5	12,0	13,3	12,7
32	О-10	26,1	29,3	27,7	8,7	14,5	11,6	8,6	10,8	9,7	12,5	10,0	11,3
33	К-2	29,1	25,5	27,3	19,8	11,8	15,8	10,1	5,2	7,7	12,0	14,3	13,2
34	К-6	27,0	26,6	26,8	15,8	11,9	13,9	13,7	8,7	11,2	11,4	15,7	13,6
35	К-3	34,3	31,2	32,8	19,2	15,7	17,5	14,0	10,7	12,4	16,0	10,0	13,0
36	К-11	30,6	31,9	31,3	17,8	14,9	16,4	17,1	11,3	14,2	10,0	11,7	10,9
37	О-5	27,4	31,0	29,2	12,7	16,7	14,7	15,9	10,0	13,0	15,0	11,7	13,4
38	З-6	26,7	29,9	28,3	15,3	17,6	16,5	6,8	8,0	7,4	16,0	14,0	15,0
39	О-7	26,4	29,3	27,9	12,7	15,4	14,1	15,7	7,4	11,6	15,0	12,2	13,6
40	К-9	34,2	30,8	32,5	18,4	18,0	18,2	11,9	9,6	10,8	15,0	12,0	13,5
41	О-15	30,0	31,2	30,6	15,5	13,8	14,7	10,3	12,4	11,4	15,0	10,0	12,5
Среднее значение		28,6	29,1	28,9	16,5	15,3	15,9	11,4	9,5	10,5	13,2	12,2	12,7

## Авторское свидетельство

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственная комиссия Российской Федерации  
по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ  
СВИДЕТЕЛЬСТВО**

№ 77809

Конопля

**МИЛЕНА**

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 27.03.2020

ПО ЗАЯВКЕ № 8056999 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 27.12.2018

Патентообладатель(и)  
ООО 'КОНОПЛЕКС'

Автор(ы) : **ДАВЫДОВА ОЛЬГА КОНСТАНТИНОВНА**  
АЛЕКСАНДРОВА М.Р., БЕЛОУСОВ Р.О., СЕРКОВ В.А.

*Зарегистрировано в Государственном реестре  
охраняемых селекционных достижений*

Врио председателя



О.С. Лесных



## Справка о внедрении

**СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ**

результатов исследований соискателя Давыдовой Ольги Константиновны в селекционную практику ОП «Пензенский НИИСХ» ФГБНУ «ФНЦ ЛК»

В связи с наметившимися общемировыми тенденциями актуальной задачей является развитие селекции конопли посевной в Российской Федерации. Определяющим направлением селекции культуры за прошедшее время являлось выведение высокоурожайных низкоканныноидных форм (сортов и гибридов) культуры различных направлений хозяйственного использования, обладающих комплексом необходимых признаков и свойств.

Селекционная деятельность с однодомной коноплей посевной исторически развивалась в Пензенском НИИСХ со времен СССР и в настоящее время продолжается в ОП «Пензенский НИИСХ» ФГБНУ «ФНЦ ЛК», где имеется обширный многолетний и плодотворный опыт по созданию безнаркотических однодомных сортов конопли посевной с комплексом ключевых хозяйственно полезных признаков, оптимально адаптированных к условиям Среднего Поволжья.

Выполненные на базе ОП «Пензенский НИИСХ» ФГБНУ «ФНЦ ЛК» в течение 4-х лет исследования соискателя позволили сформировать новый селекционный материал, обладающий ценными хозяйственно значимыми признаками и свойствами.

Выделенные в процессе исследований перспективные селекционные образцы были использованы для создания новых сортов однодомной конопли посевной, внесённых в Госреестр и допущенных к использованию на территории РФ, в том числе: сорт Милена (2020 г.), сорт Роман (2020 г.), сорт Людмила (2023 г.).

В связи с этим считаем, что работа Давыдовой Ольги Константиновны актуальна и вносит существенный вклад в селекционную практику и развитие отечественного коноплеводства.

Заместитель директора  
Обособленного подразделения  
«Пензенский НИИСХ»  
ФГБНУ «Федеральный научный  
центр лубяных культур»



Махмудов Гасан Ибрапилович

17.12.2024 г.

## Справка о внедрении



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

О.Н. Кухарев

«02» декабря 2024 г.

## СПРАВКА

о внедрении результатов исследований в образовательный процесс в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет» соискателя Давыдовой Ольги Константиновны, полученные в период выполнение диссертационной работы по теме: «Создание и оценка нового исходного материала для селекции безнаркотической однодомной конопли посевной в условиях Среднего Поволжья».

Диссертационная работа Давыдовой Ольги Константиновны имеет определенное прикладное значение для использования отдельных результатов в образовательном процессе в ФГБОУ ВО «Пензенский ГАУ» в рамках направления подготовки 35.03.04 Агрономия по дисциплине «Основы селекции и семеноводства», материал излагается согласно рабочей программе по теме лекции «Инновационные методы селекции»; 35.04.04 Агрономия по дисциплинам: «Семеноведение полевых культур», «Семеноводство полевых культур», «Технологии производства семян», материал излагается согласно рабочим программам по темам лекций «Формирование семян и плодов их физические свойства и химический состав», «Организация семеноводства», «Законодательные основы семеноводства».

Совокупность новых знаний, полученных Давыдовой О.К. в период выполнения диссертационной работы, используется в программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по дисциплине «Селекция, семеноводство и биотехнология растений» научная специальность 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений. Тема лекции: «Оценка селекционного материала по отдельным признакам».

Декан агрономического факультета,  
доктор с.-х. наук, профессор

Арефьев А.Н.

Разработчик рабочих программ,  
доктор с.-х. наук, профессор

Кошелев В.В.



личную подпись   
достоверяю   
начальник управления кадров  
Ю.В. Матвеева