

УДК 631.811.98:633.522

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ НА ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛЕ

© 2020 г. В. А. Серков¹, С. Л. Белопухов^{2,*}, И. И. Дмитриевская²

¹ Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
442731 Пензенская обл., Лунинский р-н, р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1б, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева
127550 Москва, Тимирязевская ул., 49, Россия

*E-mail: belopuhov@mail.ru

Поступила в редакцию 31.07.2019 г.

После доработки 10.08.2019 г.

Принята к публикации 10.11.2019 г.

На опытном поле Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства изучено действие 5-ти защитно-стимулирующих комплексов на рост, развитие, урожайность и качество безнаркотической однодомной конопли среднерусского экотипа сорта Сурская, репродукция семян ОС. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднемощный. Для обработки растений применяли гуминово-фульватный комплекс, препараты флоравит, супер Гумисол, биоклад и регулятор роста и развития растений на основе гетероциклических соединений, органических и аминокислот в концентрации 0.1–1.0%. Установлено, что в условиях недостатка влаги применение защитно-стимулирующих комплексов существенно увеличивало биометрические показатели растений, среднюю длину междоузлий на 2–3 см, что характеризовало их как наиболее технологически ценные, с более длинным элементарным волокном. Действие гуминово-фульватного комплекса повышало техническую длину стебля на 21 см. Применение комплексов не влияло на выщепление обычной поскони и темпы созревания растений, уборочную влажность семян, накопление каннабиноидов. В условиях острозасушливого периода вегетации действие препаратов также не влияло на биометрические показатели растений и накопление тетрагидроканнабинола и суммы основных каннабиноидов. Отмечено положительное действие препаратов на выход общего и длинного волокна, особенно в варианте с обработками препаратом флоравит. Обработки другими препаратами не повлияли на физико-механические характеристики чесаного волокна – разрывную нагрузку и гибкость. Защитно-стимулирующие комплексы показали высокую эффективность в условиях конкретного периода вегетации в повышении устойчивости растений к поражению наиболее распространенными болезнями и повреждению вредителями.

Ключевые слова: техническая конопля сорта Сурская, защитно-стимулирующие комплексы, регуляторы роста растений, волокно конопли, конопляное масло.

DOI: 10.31857/S0002188120020131

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным направлением развития сельского хозяйства в ближайшие годы становится коноплеводство, что связано с задачами по импортозамещению и заменой в текстильной промышленности хлопка на отечественное волокно конопли и льна. Конопля посевная имеет неограниченный рынок сбыта в нашей стране и за рубежом как источник экологически чистого волокна и семян, как сырье для различных материалов в автомобильной, строительной, целлюлозно-бумажной, химической и других отраслях промышленности. Поэтому выращивание коноплепродук-

ции с высокими показателями урожайности и качества волокна и семян является важной задачей.

При прогрессирующем антропогенном воздействии и в связи с жесткими требованиями экологической безопасности к продукции текстильной промышленности становится актуальной задача научно обоснованной комплексной защиты растений конопли от неблагоприятных и постоянно изменяющихся условий окружающей среды, проведения мониторинга различных токсикантов в продуктах переработки на разных стадиях производства, экологической сертификации пеньковолокна.

В связи с актуальностью повышения уровня агропроизводства и качества семян конопли посевной, пеньковолокна и продуктов его переработки ключевым направлением является проведение исследований по формированию агрохимических оптимумов выращивания применительно к условиям региона. Для этого необходимо использовать факторы, способствующие реализации максимальной продуктивности для выращиваемой культуры без снижения качества, а также без потери защитных свойств растений. Однако в природе максимальная продуктивность при высокой устойчивости практически никогда не достигается. Для большинства культурных растений характерна их невысокая лабильность к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды, результатом чего становится снижение динамики ростовых процессов, урожайности и качества продукции.

Новизна проведенного исследования заключается в разработке низкозатратных приемов для улучшения технологии возделывания и семеноводства безнаркотической однодомной конопли посевной среднерусского экотипа.

Практическая значимость исследований состоит в разработке научно обоснованных параметров обработки посевов однодомной конопли защитно-стимулирующими комплексами с целью совершенствования зональной агротехнологии возделывания и семеноводства безнаркотических сортов культуры.

Как было показано для других прядильных культур, важная роль в решении проблем повышения урожайности волокна и семян, формировании растений с улучшенными физиологическими и биохимическими характеристиками для последующей технологической переработки принадлежит защитно-стимулирующим комплексам [1]. До настоящего времени на конопле не проводили систематических исследований действия физиологически активных веществ, входящих в состав защитно-стимулирующих комплексов, и ответных реакций растений на действие биорегуляторов, а также оценке их влияния на изменение физиологических процессов, химического состава, продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды [2]. Обобщение многолетних результатов экспериментов в варьирующих погодных условиях позволит адекватно прогнозировать развитие и рост конопли в конкретных условиях и максимально реализовать потенциальные возможности продуктивности растений, эффективно нивелировать отрицательное антропогенное воздействие.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в 2016–2018 гг. в полевых и лабораторных условиях на базе Пензенского НИИСХ. В экспериментах использовали общепринятые методики и схематические модели [3, 4]. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднемошной, рН 5.7–5.9, содержание гумуса – 6.4–6.8%, гидролиземого азота – 80–85 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 135–141, обменного калия – 154–160 мг/кг почвы. Отвальная обработка почвы обеспечивала оптимальную плотность сложения пахотного горизонта к началу вегетации растений (1.12–1.25 г/см³).

Объект исследования – сорт безнаркотической однодомной конопли среднерусского экотипа Сурская (репродукция семян ОС).

В полевом опыте исследование проводили при общепринятой агротехнике и естественной длительности светового дня. Опыт однофакторный, размещение делянок систематическое. Закладку опыта выполняли в первой декаде мая сеялкой СН-16 с дисковыми сошниками в 4-рядковом варианте. Общая площадь делянки – 30 м², учетная – 25 м². Норма высева семян – 0.9 млн шт./га. Повторность опыта четырехкратная. Количество вариантов – 6, общее количество делянок – 24, общая площадь опыта – 0.06 га, предшественник – пропашные культуры.

Схема опыта, варианты: 1 – гуминово-фульватный комплекс (ГФК) 0.1%-ный раствор – фиторегулятор на основе гуминовых и фульвокислот. Способствует ускорению созревания и увеличению качественных показателей урожая [5]; 2 – препарат флоравит 0.1%-ный раствор – фиторегулятор на основе натуральной композиции вторичных метаболитов-продуцентов мицелиевого гриба *Fusarium*. Интенсифицирует ростовые процессы и способствует ускоренному созреванию; 3 – препарат биоклад 0.05%-ный раствор – изготовлен на основе ультрагумата, вермикомпоста, кремния и микроэлементов. Обладает регуляторной и антистрессовой активностью; 4 – препарат супер Гумисол 0.06%-ный раствор – синтетический антистрессор, сочетает свойства эффективного стимулятора роста, антистрессового адаптогена и протравителя. Обладает восстановительной функцией, стимулирующей вегетирующие органы активно регенерировать после стрессового воздействия заморозков, засухи, вредителей; 5 – препарат № 3 0.01%-ный раствор – регулятор роста и развития растений нового поколения, синтезированный на основе гетероциклических

соединений органических и аминокислот [6, 7]; б – контроль, обработка водой.

Обработки препаратами последовательно проводили в фазах 3-х и 5-ти пар (через 12 сут) настоящих листьев с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га.

Исследования проводили на основных этапах онтогенеза в соответствии с общепринятыми методиками [3, 4]. Контролировали следующие показатели: морфометрические (высоту растения, техническую длину стебля, количество междоузлий, диаметр стебля в его центральной части), биологические (продолжительность фаз развития и вегетационного периода, полиморфизм растений с учетом числа и долевого соотношения половых типов), биохимические (содержание основных каннабиноидов в верхушках соцветий, содержание масла в семенах), хозяйственно полезные (семенную продуктивность, массу 1000 семян, массу стебля, выход общего и длинного волокна, гибкость и разрывную нагрузку чесаного волокна), признаки и свойства растений. Приведенный урожай соломки и семян рассчитывали, исходя из стандартной влажности соломки (25%) и семян (13%).

В период вегетации проводили оценку растений по устойчивости к полеганию, поражению болезнями, повреждению вредителями в соответствии с методикой [4].

Идентификация и определение количественного содержания основных каннабиноидов (КБН, КБД, КБХ, ТГК) выполняли методом ГЖХ-анализа, согласно методическим рекомендациям [8]. Сбор верхушек соцветий на анализ проводили в фазе бутонизации–начала цветения растений.

Каннабиноиды экстрагировали 96%-ным этанолом. Идентификацию и определение содержания каннабиноидов проводили методом газожидкостной хроматографии. Разделение каннабиноидов осуществляли с программированием температур на хроматографическом комплексе “Кристалл 2000М”. Колонка капиллярная ZB-1, длина 30 м. В качестве внутреннего стандарта использовали 0.5%-ный раствор метилстеарата в этаноле. Определение содержания масла в семенах выполняли в химико-аналитической лаборатории по методу Лебедянцева–Раушковского [9].

Статистическую обработку экспериментальных данных с использованием дисперсионного анализа проводили согласно [10].

Таблица 1. Сохранность растений перед уборкой (2017–2018 гг.), %

Вариант	2017 г.	2018 г.	Среднее
1	58.1	75.3	66.7
2	60.9	75.9	68.4
3	50.2	98.9	74.5
4	67.7	80.1	73.9
5	–	86.4	–
6	69.1	88.4	78.7
<i>HCP</i> ₀₅	<i>NS*</i>	10.2	
Точность опыта, %	11.6	5.7	

*Несущественная разница. То же в табл. 2–6.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В полевых опытах агроклиматические условия 2017 г. в совокупности оказались относительно благоприятными для роста и развития растений конопли не на всех этапах онтогенеза. На ранних этапах роста и развития преобладал недостаточный положительный баланс активных температур, что отразилось на итоговом урожае семян. В целом за вегетацию сумма активных температур составила 2014°C при 154 мм осадков (91% от среднегодовой нормы). Показатель ГТК (0.76) в целом характеризовал вегетационный период конопли посевной как недостаточно увлажненный.

Агроклиматические условия 2018 г. в совокупности оказались неблагоприятными для роста и развития растений конопли на всех этапах онтогенеза. В ювенильной фазе 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°C при 63 мм осадков (37% от среднегодовой нормы). Показатель ГТК (0.30) в целом характеризовал вегетационный период конопли посевной как острозасушливый.

Полевая всхожесть семян во всех вариантах опыта до обработок была одинаковой и составляла 72% в 2017 г. и 88% – в 2018 г.

Сохранность растений перед уборкой – интегральный показатель, зависящий от комплекса сопутствующих вегетационному периоду биотических и абиотических факторов, влияющих на формирование биоценоза растений. Показатели сохранности растений в опыте в конкретных условиях вегетации варьировали (табл. 1). В условиях недостаточного увлажнения по совокупности сопутствующих факторов не установлено существенной разницы в показателях вариативной дифференциации данного признака. В остроза-

Таблица 2. Содержание основных каннабиноидов в растениях конопли (2017–2018 гг.), %

Вариант	КБД	КБХ	ТГК	КБН	Σ
2017 г.					
1	1.59	0.19	0.06	0.07	1.92
2	1.63	0.14	0.06	0.07	1.90
3	1.61	0.18	0.06	0.08	1.93
4	1.54	0.17	0.06	0.07	1.83
5	1.54	0.19	0.06	0.08	1.88
<i>HCP</i> ₀₅			<i>NS*</i>		
<i>m</i> , %	6.0	14.2	6.6	18.1	6.3
2018 г.					
1	2.31	0.19	0.083	0.27	2.78
2	2.55	0.20	0.094	0.20	2.98
3	2.61	0.08	0.095	0.24	3.08
4	2.41	0.09	0.091	0.241	2.85
5	2.12	0.10	0.085	0.22	2.54
6	2.43	0.13	0.093	0.21	2.82
<i>HCP</i> ₀₅	<i>NS*</i>	0.03	<i>NS</i>	0.04	<i>NS</i>
<i>m</i> , %	8.4	7.3	6.0	6.2	8.4

сушливых условиях установлена существенная разница в показателях вариативной дифференциации признака после обработок препаратом био-клад (+10.5% к контролю).

В 2017 г. содержание суммы основных каннабиноидов в растениях составило 1.83–1.93%, в т.ч. ТГК – 0.060–0.062% и не зависело от варианта обработки (табл. 2). Таким образом, в условиях недостаточного увлажнения по уровню содержания ТГК и сумм основных каннабиноидов не установлена существенная разница между изученными вариантами.

В 2018 г. содержание суммы основных каннабиноидов в растениях опыта составило 2.54–3.08%, в т.ч. ТГК – 0.083–0.095% и не зависело от варианта обработки. Существенные отличия каннабиноидного комплекса отмечены только в отношении непсихоактивных компонентов – КБН и КБХ. Таким образом, в условиях острозасушливого вегетационного периода по уровню содержания ТГК и сумм основных каннабиноидов существенная разница между изученными вариантами также была не установлена.

В условиях недостаточного увлажнения высота растений имела размах вариации признака у опытных растений 235–251 см, в контроле – 223 см. Однако существенных различий по высоте растений в опыте не выявлено.

Техническая длина стебля растений менялась от 198 до 212 см, в контроле – 189 см. Существенное превосходство по признаку имели растения в вариантах с обработками препаратами флоравит (10 мл/л) и биоклад (5 мл/л) – +15 см. Наибольшее превосходство над контролем обеспечил вариант с обработкой препаратом ГФХ (+14 см к контролю), характеризуясь как средний по превосходству. Равные стандарту параметры признака отмечены в варианте с обработкой препаратом супер Гумисол (табл. 3).

Абсолютные значения признаков “длина соцветия”, “диаметр стебля” и “количество междоузлий” не показали существенных преимуществ перед контрольными растениями. Признак “средняя длина междоузлия” существенно превысил контроль у всех опытных растений во всех вариантах на 2–3 см при *HCP*₀₅ = 0.7 см. Таким образом, обработки препаратами способствовали формированию соломины с более длинными междоузлиями относительно контроля. Это характеризовало их как наиболее технологически ценные, имеющие более длинное элементарное волокно.

Обработка препаратами оказала слабо выраженное влияние на проявление половой дифференциации растений конопли. Все изменения по признаку “содержание обычной поскони” не имели математически достоверного подтверждения и находились в пределах математической недоказуемости ($\leq HCP_{05}$). Таким образом, в конкретных условиях вегетации при данном способе обработки посевов действие препаратов не отразилось на половой дифференциации однодомной конопли.

В острозасушливых условиях 2018 г. высота растений имела размах вариации признака у опытных растений 153–170 см (контроль – 178 см). Существенное уменьшение по высоте растений отмечено во всех вариантах за исключением варианта с обработкой ГФК.

Техническая длина стебля опытных растений изменялась от 131 до 140 см (контроль – 150 см). Существенное снижение технической длины стебля отмечено у растений во всех опытных вариантах. Также уменьшался диаметр стебля во всех опытных вариантах, кроме варианта с обработками ГФК.

Средняя длина междоузлия существенно понизилась во всех вариантах опыта на 1–2 см по сравнению с контролем. Абсолютные величины признаков “длина соцветия” и “количество междоузлий” также не показали существенных преимуществ перед контрольными растениями.

Таблица 3. Биоморфометрические характеристики растений конопли (2017–2018 гг.)

Вариант	Высота растения	Техническая длина стебля	Длина соцветия	Диаметр стебля, мм	Междоузлия		Содержание поскони, %
	см				количество, шт.	средняя длина, см	
2017 г.							
1	251	212	44	10	10	20	9.5
2	238	203	39	9	10	20	14.0
3	235	203	32	8	10	20	9.0
4	237	198	38	8	10	19	9.5
6	223	189	34	9	10	17	10.7
<i>HCP</i> ₀₅	<i>NS*</i>	12		<i>NS</i>		0.71	3.8
<i>m, %</i>	2.3	1.9	8.4	2.2	2.6	1.3	12
2018 г.							
1	170	140	30	6	10	15	3
2	153	131	24	5	9	15	4
3	158	134	25	5	10	14	3
4	155	131	24	5	9	14	5
5	160	139	21	5	10	14	4
6	178	150	28	6	10	16	2
<i>HCP</i> ₀₅	13	10	<i>NS</i>	1	<i>NS</i>	1	<i>NS</i>
<i>m, %</i>	2.7	2.5	8.8	4.9	1.4	2.6	24.3

Обработка препаратами не оказала влияния на выщепление обычной поскони. Все изменения содержания обычной поскони не имели математически достоверного подтверждения и находились в пределах ошибки. Таким образом, в остросушительных условиях вегетации действие препаратов также не влияло на половую дифференциацию растений однодомной конопли.

В условиях недостаточного увлажнения урожай соломы опытных растений менялся от 24 до 26 г/растение, в контроле – 22 г/растение. Достоверных различий между вариантами по этому признаку не выявлено (табл. 4).

Выход волокна общий у опытных растений характеризовался очень высокими показателями и изменялся от 31.2 до 33.3% (в контроле – 29.1%). В вариантах с обработкой препаратами отмечено их разнонаправленное действие на признак. Но достоверного превышения над контролем не отмечено ни на одном варианте с обработками.

Выход длинного волокна варьировал от средних (13.3–14.5% – варианты ГФК и супер Гумисол) до высоких (15.7–15.9% – варианты флоравит и биоклад) показателей. В контроле отмечено среднее содержание длинного волокна – 12.8%. Достоверного превышения над контролем не показал ни один вариант с обработкой. Сбор волокна общий изменялся от 7.49 до 8.67 г/растение (в

контроле – 6.40 г/растение). Достоверных различий между вариантами не выявлено. Сбор длинного волокна варьировал в опытных вариантах от 3.19 до 4.13 г/растение (контроль – 2.82 г/растение). Достоверных различий между вариантами не выявлено.

Дисперсионный анализ качественных характеристик волокна растений показал, что в условиях вегетации обработка ЗСК не повлияла на основные признаки качества волокна. Все варианты имели низкие параметры признака разрывная нагрузка чесаного волокна. По признаку гибкость чесаного волокна большинство вариантов, наряду с контролем, имело средние показатели (16.8–19.0 мм). Низкие показатели были в вариантах с обработкой биокладом и супер Гумисолом – 13.8–13.9 мм.

Обработка ЗСК в условиях вегетации несущественно повлияла на процесс созревания семян (табл. 5). Ускоренное созревание семян происходило в контроле. Эти семена характеризовались наименьшей уборочной влажностью – 20%. Признаки “семенная продуктивность” и “масса 1000 семян” соответствовали средним количественным показателям, не зависели от варианта обработки.

Признак “содержание масла” в семенах растений опыта не зависел от варианта обработки, варьируя в диапазоне высоких показателей от 32.4 до 33.7%. Семена контрольных растений также

Таблица 4. Количественные и качественные характеристики урожая стеблей конопли (2017–2018 гг.)

Вариант	Средняя масса стебля, г/растение	Выход волокна, %		Сбор волокна, г/растение		Разрывная нагрузка волокна, кгс	Гибкость волокна, мм
		общий	длинного	общий	длинного		
2017 г.							
2	26	33.3 очень высокий	15.9 высокий	8.67	4.13	5 низкая	17.3 средняя
3	25	33.2 очень высокий	15.7 высокий	8.30	3.92	7 низкая	13.8 низкая
1	24	31.3 очень высокий	14.5 средний	7.51	3.48	4 низкая	16.8 средняя
4	24	31.2 очень высокий	13.3 средний	7.49	3.19	6 низкая	13.9 низкая
6	22	29.1 высокий	12.8 средний	6.40	2.82	5 низкая	19.0 средняя
<i>HCP</i> ₀₅				<i>NS</i> *			
<i>m</i> , %	7.2	6.4	6.8	9.8	10.2	25.5	9.9
2018 г.							
1	9.1	30.7 высокий	22.1 высокий	2.85	2.05	13.1 очень низкая	12.3 низкая
2	6.1	34.9 очень высокий	23.8 высокий	2.13	1.45	13.3 очень низкая	13.3 низкая
3	6.7	29.3 высокий	22.7 высокий	1.96	1.52	14.1 очень низкая	12.8 низкая
4	6.7	31.7 очень высокий	19.4 средний	2.12	1.30	15.1 низкая	13.4 низкая
5	6.3	29.6 высокий	20.3 средний	1.86	1.28	11.0 очень низкая	13.9 низкая
6	9.0	28.7 высокий	18.3 –	2.58	1.65	13.8 очень низкая	12.0 низкая
<i>HCP</i> ₀₅	1.7	3.8	3.8	0.26	0.29	<i>NS</i>	<i>NS</i>
<i>m</i> , %	7.6	4.1	5.9	6.4	6.1	10.9	8.8

имели высокую масличность –33.4%. Таким образом, в условиях благоприятного гидротермического режима фазы созревания, превышавшего среднесуточные показатели по среднесуточным температурам на 3°C, все без исключения ЗСК не оказали существенного эффекта на прибавку содержания масла в семенах.

Анализ приведенной урожайности соломки и семян, сбора волокна и масла показал, что достоверной прибавки урожая основных видов продукции не отмечено ни в одном варианте с обработкой препаратами. Несущественные прибавки сбора общего волокна установлены в вариантах с обработкой всеми ЗСК (табл. 6).

Таблица 5. Количественные и качественные характеристики урожая семян конопли (2017–2018 гг.)

Вариант	Уборочная влажность, %	Семенная продуктивность, г/растение	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %
2017 г.				
1	25.7	3.6	15.6 средняя	33.2 высокое
2	25.2	4.2	14.9 средняя	33.3 высокое
3	23.1	3.6	16.1 средняя	32.4 высокое
4	23.9	3.7	16.6 средняя	33.7 высокое
6	20.0	3.6	15.4 средняя	33.4 высокое
<i>HCP</i> ₀₅ <i>m, %</i>	6.6	16.3	4.2	1.4
2018 г.				
1	14.1	1.6	15.1 средняя	32.5 высокое
2	14.0	1.2	15.5 средняя	32.5 высокое
3	14.5	1.1	15.3 средняя	33.3 высокое
4	15.5	1.3	15.1 средняя	32.2 высокое
5	14.2	1.3	14.9 средняя	32.5 высокое
6	14.1	1.6	15.4 средняя	32.2 высокое
<i>HCP</i> ₀₅ <i>m, %</i>	<i>NS</i> 8.1	0.3 7.0	<i>NS</i> 1.3	<i>NS</i> 1.5

Общий сбор волокна варьировал в вариантах от 2.86 до 2.94 т/га и был наименьшим в контрольном варианте (2.81 т/га). Все опытные варианты превосходили контроль на 0.05–0.13 т/га. Наибольшую, но статистически недостоверную прибавку, показал вариант с обработкой растений биокладом в концентрации 5 мл/л. По сбору масла статистически достоверного превосходства над контролем не установлено.

В острозасушливых условиях урожай соломки опытных растений изменялся от 6.1 до 9.1, в контроле – 9.0 г/растение. Существенное снижение абсолютных показателей этого признака отмечено во всех вариантах, за исключением варианта с обработками ГФК, где средняя масса стебля соответствовала параметрам контроля (табл. 4).

Выход волокна общий у опытных растений в 2018 г. характеризовался высокими и очень высокими показателями и изменялся от 29.3 до 34.9% (контроль – 28.7). В вариантах с обработкой регуляторами роста отмечено положительное действие препаратов на признак. Но достоверное превышение над контролем отмечено только в одном варианте с обработками флоравитом.

Выход длинного волокна у опытных растений в 2018 г. варьировал от среднего (19.4–20.3% – варианты супер Гумисол и препарат № 3) до высокого (22.1–23.8% – варианты ГФК, флоравит и биоклад). В контроле отмечено среднее содержа-

ние длинного волокна – 18.3%. Достоверное превышение над контролем показали варианты с обработкой биокладом и флоравитом. Сбор волокна общий изменялся от 1.86 до 2.85 г/растение (контроль – 2.58 г/растение). Достоверные различия между опытом и контролем выявлены при обработке растений препаратом ГФК. Сбор длинного волокна варьировал в опытных вариантах от 1.28 до 2.05 г/растение (контроль – 1.65 г/растение). Достоверные различия между опытом и контролем установлены при обработке растений препаратом ГФК.

Анализ качественных характеристик волокна растений в 2018 г. показал, что в условиях вегетации обработка ЗСК не повлияла на основные признаки качества волокна. Все варианты, включая контроль, имели низкие и очень низкие параметры признака разрывная нагрузка чесаного волокна. По признаку гибкость чесаного волокна все варианты, наряду с контролем, имели низкие показатели (12.3–13.9 мм).

Обработка ЗСК в условиях вегетации в 2018 г. несущественно повлияла на процесс созревания семян. Почти все варианты опыта, за исключением варианта с обработками супер Гумисолом, имели уборочную влажность семян, близкую к кондиционной (13%) (табл. 5).

Признак семенной продуктивности, соответствуя низким количественным показателям, зависел от варианта обработки. Показатели на

Таблица 6. Параметры приведенного урожая основных видов продукции (2017–2018 гг.)

Вариант	Урожай тресты		Урожай семян		Сбор волокна общий		Сбор масла	
	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю
1	9.2	-0.3	1.44	-0.15	2.86	+0.05	0.48	-0.05
2	8.6	-0.9	1.38	-0.21	2.86	+0.05	0.46	-0.07
3	8.8	-0.7	1.26	-0.33	2.94	+0.13	0.41	-0.12
4	9.3	-0.2	1.50	-0.09	2.91	+0.10	0.51	-0.02
6	9.5	–	1.59	–	2.81	–	0.53	–
<i>HCP</i> ₀₅		<i>NS</i> *		<i>NS</i>		<i>NS</i>		<i>NS</i>
<i>m</i> , %		9.4		18.4		12.0		18.7
2018 г.								
1	7.0	0.0	1.01	-0.25	2.01	+0.10	0.33	-0.08
2	4.0	-3.0	0.79	-0.47	1.40	-0.6	0.26	-0.15
3	6.1	-0.9	0.98	-0.28	1.78	-0.22	0.33	-0.08
4	4.7	-2.3	0.95	-0.31	1.51	-0.49	0.31	-0.10
5	5.1	-1.9	1.01	-0.25	1.48	-0.52	0.33	-0.09
6	7.0	–	1.26	–	2.00	–	0.40	–
<i>HCP</i> ₀₅		1.5		0.28		0.44		0.09
<i>m</i> , %		9.3		9.2		8.7		8.8

уровне контроля имел вариант с обработкой ГФК, все остальные варианты уступали контролю от 0.3 до 0.5 г/растение.

Признак “содержание масла” в семенах опытных растений не зависел от варианта обработки, варьируя в диапазоне высоких показателей от 32.2 до 33.3%. Семена контрольных растений также имели высокую масличность – 32.2%. Таким образом, в условиях острозасушливого гидротермического режима фазы созревания, превышавшего среднесезонные показатели по среднесуточным температурам на 3°C, все без исключения ЗСК не оказали существенного эффекта на прибавку содержания масла в семенах.

Анализ приведенной урожайности соломки и семян, сбора волокна и масла в 2018 г. показал, что достоверной прибавки урожая основных видов продукции не отмечено ни в одном варианте с обработкой препаратами (табл. 6). Урожай тресты составил в вариантах опыта от 4.0 до 7.0 т/га, урожай семян – от 0.79 до 1.01 т/га. Общий сбор волокна варьировал в вариантах от 1.40 до 2.01, сбор масла – от 0.26 до 0.33 т/га. Наибольшие показатели урожая почти по всем основным видам продукции были отмечены в контроле.

В условиях недостатка влаги полевая оценка растений на наличие болезней и вредителей установила, что в условиях периода вегетации 2017 г. на растениях преобладали преимущественно пятнистости листьев (*Phyllosticta cannabis* Speg., *Macrosporium cannabinum*, *Septoria cannabis* Sacc.) сла-

бого и среднего уровня поражения. В течение вегетации заселенность растений конопляной блохой (*Pyrausta nubilalis* Hb.) была незначительной (ниже порога экономической вредоносности), а заселение растений стеблевым мотыльком (*Pyrausta nubilalis* Hb.) – от среднего (11–30%) до сильного (31–60%) в контроле. ЗСК оказали влияние на проявление болезней и заселение вредителями растений (табл. 7).

Таблица 7. Оценка поражения болезнями и повреждения вредителями растений (2017–2018 гг.)

Вариант	Болезни, балл (листовые пятнистости/ботритис)	Вредители, балл (конопляная блоха/стеблевой мотылек)
2017 г.		
1	3/3	1/1
2	3/3	1/1
3	3/3	1/1
4	3/5	1/1
6	5/5	3/5
2018 г.		
1	<1/3	1–2/3
2	<1/3	1–2/3
3	<1/3	1–2/3
4	<1/3	1–2/3
5	<1/3	1–2/3
6	2–3/3	3–5/3

Анализ фитосанитарного состояния растений перед уборкой выявил повышенную устойчивость опытных растений к биотическим и абиотическим стрессорам, прежде всего к грибковым патогенам – ботритису, стеблевым и листовым пятнистостям. В вариантах с обработками препаратами флоравит (10 мл/л), биоклад (5 мл/л), ГФК (10 мл/л) отмечено слабое поражение грибковыми болезнями (<1%), в то время как в контроле отмечено их среднее или сильное проявление (12–15% и более). Резистентность к повреждению растений вредоносными объектами, прежде всего стеблевому мотыльку, в опытных вариантах также была повышенной – 1–3 против 5–7% и более в контроле.

В острозасушливых условиях полевая оценка растений на наличие болезней и вредителей установила, что в условиях вегетации 2018 г. на растениях преобладали преимущественно пятнистости листьев (*Phyllosticta cannabis* Speg., *Macrosporium cannabinum*) слабого уровня поражения. В течение вегетации заселенность растений конопляной блохой (*Pyrausta nubilalis* Hb.) была незначительной (ниже порога экономической вредности), а заселение растений стеблевым мотыльком (*Pyrausta nubilalis* Hb.) – слабым. ЗСК оказали влияние на проявление болезней и заселение вредителями растений.

Анализ фитосанитарного состояния растений перед уборкой выявил повышенную устойчивость опытных растений к биотическим и абиотическим стрессорам, прежде всего к грибковым патогенам – ботритису, стеблевым и листовым пятнистостям. В вариантах с обработками отмечено слабое поражение грибковыми болезнями (<1%), в то время как в контроле наблюдали их большее проявление (2–3%). Резистентность к повреждению растений вредоносными объектами, прежде всего стеблевому мотыльку, в опытных вариантах также была повышенной – 1–2 против 3–5% в контроле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях недостатка влаги использование защитно-стимулирующих комплексов (ЗСК) существенно увеличивало отдельные биометрические показатели растений технической конопли, в том числе среднюю длину междоузлия на 2–3 см. Препарат ГФК также достоверно повысил техническую длину стебля на 21 см. Применение препаратов не влияло на выщепление обычной поскони и темпы созревания растений. Уборочная влажность семян не зависела от варианта об-

работки. Влияния ЗСК на накопление каннабиноидов также не было установлено.

Влияние препаратов на количественные параметры урожая технической конопли и их элементы не выявлено. Содержание масла в семенах и сбор масла не зависели от обработок препаратами ЗСК. Обработка регуляторами роста не повлияла на семенную продуктивность и массу 1000 семян, а также на качественные характеристики волокна.

Использование препаратов в условиях острозасушливого периода вегетации существенно снижало отдельные биометрические показатели растений, в том числе высоту растений на 8–25 см, техническую длину стебля на 10–19 см, диаметр стебля на 1–2 мм, среднюю длину междоузлий на 1–2 см. Применение препаратов не влияло на выщепление обычной поскони и темпы созревания растений. Уборочная влажность семян не зависела от варианта обработки. Влияния ЗСК на накопление тетрагидроканнабинола и суммы основных каннабиноидов также не установлено.

Воздействие препаратов на количественные параметры урожая растений и их элементы происходило разнонаправленно. Масса 1000 семян, содержание масла в семенах не зависели от обработок. Обработки преимущественно отрицательно повлияли на семенную продуктивность.

Установлено положительное действие препаратов на выход общего/длинного волокна. Но достоверное превышение над контролем отмечено лишь в одном варианте – с обработками препаратом флоравит. Обработки не повлияли на качественные характеристики чесаного волокна – разрывную нагрузку и гибкость.

По результатам работ установлены препараты, показавшие в условиях конкретного периода вегетации результативность в повышении устойчивости растений к поражению наиболее распространенными болезнями и повреждению вредителями растений технической конопли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калабашкина Е.В., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И. Влияние препаратов физиологически активных веществ на основные показатели фотосинтетической деятельности льна-долгунца // *Агрехимия*. 2013. № 4. С. 55–59.
2. Serkov V.A., Danilov M.V., Koshelyaev V.V., Volodkin A.A. Effect of growth regulators on the content of basic cannabinoids in the plants of monoecious *Cannabis sativa* // *Res. Journal. Pharma. Biol. Chem. Sci.* 2018. Т. 9. № 5. С. 567.

3. Мигаль Н.Д. Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей. М.: ВАСХНИЛ, 1980. 4 с.
4. Румянцева Л.Т., Дудник М.Г. Изучение коллекции конопли. Метод. указ. Л.: ВНИИР, 1989. 20 с.
5. Belopukhov S.L., Grishina E.A., Dmitrevskaya I.I., Lukomets V.M., Uschapovsky I.V. Effekt of humic-fulvic complex on flax fiber and seed yield characteristics // Изв. ТСХА. 2015. Вып. 4. С. 71–81.
6. Boev V.I., Belopukhov S.L., Moskalenko A.I., Nikonova G.N. Stereoselective synthesis of 2-aryl-4-en-1-ols, promising synthons for the preparation of oxygen heterocycles // Rus. J. Org. Chem. 2017. Т. 53. № 2. С. 169–177.
7. Boev V.I., Moskalenko A.I., Belopukhov S.L. Stereoselective synthesis of tri- and tetrasubstituted tetrahydrofurans from syn- and anti-1-r-2-(4-bromophenyl)-5-methylhex-4-en-1-ols and some chemical transformations of the products // Rus. J. Org. Chem. 2017. Т. 53. № 7. С. 1044–1052.
8. Сорокин В.И. Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака: Метод. рекоменд. М.: ЭКЦ МВД России, РФЦСЭ МЮ России, 1995. 24 с.
9. Раушковский С.С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла. М.: Пищепромиздат, 1959. 46 с.
10. Доснехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Application of Protective-Stimulating Complexes on Technical Hemp

V. A. Serkov^a, S. L. Belopukhov^{b, #}, and I. I. Dmitrevskay^b

^a Penza Research Institute of Agriculture

ul. Michurina str. 1b, r.p. Lunino, Luninsky district, Penza region 442731, Russia

^b Russian State Agrarian University—MSHA named K.A. Timiryazev

ul. Timiryazevskaya 49, Moscow 127550, Russia

[#] E-mail: belopuhov@mail.ru

The effect of 5 protective-stimulating complexes on the growth, development, yield and quality of drug-free monoecious hemp of the Central Russian ecotype of the Surskaya variety, reproduction of WASP seeds was studied on the experimental field of the Penza research Institute of agriculture. Soil – leached Chernozem medium loamy srednemoschny. Humic-fulvate complex (HFC) preparations Floravit, Super Humisol, Bioclades and regulator of plant growth and development on the basis of heterocyclic compounds, organic and amino acids in concentration 0.1–1.0% were used for treatment of plants. It was found that in conditions of lack of moisture, the use of protective-stimulating complexes significantly increased the biometric parameters of plants, the average length of internodes by 2–3 cm, which characterized them as the most technologically valuable, with a longer elementary fiber. The action of HFC raised the technical length of the stem 21 cm, see use of complexes did not affect cleavage normal poscon and the rate of ripening of plants, harvesting the seed moisture content, accumulation of cannabinoids. In the conditions of the acutely arid vegetation period, the effect of the drugs also did not affect the biometric indicators of plants and the accumulation of tetrahydrocannabinol and the sum of the main cannabinoids. The positive effect of the drugs on the yield of total and long fibers, especially in the variant with the treatment with Floravit, was noted. Treatment with other drugs did not affect the physical and mechanical characteristics of the carded fiber-breaking load and flexibility. Protective-stimulating complexes have shown high efficiency in the conditions of a specific vegetation period in increasing the resistance of plants to the defeat of the most common diseases and damage by pests.

Key words: technical hemp of Surskaya variety, protective-stimulating complexes, plant growth regulators, hemp fiber, hemp oil.