

В. А. Серков, В. Н. Хрянин, Л. В. Климова

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛА И ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ РАСТЕНИЙ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ

Аннотация.

Актуальность и цели. В настоящее время является актуальным повышение урожая волокна, семян и снижение содержания каннабиноидов в соцветиях и листьях растений. С целью совершенствования технологий семеноводства и возделывания конопли в условиях Среднего Поволжья в течение двух лет проведены полевые опыты по изучению влияния регуляторов роста на морфологические и физиолого-биохимические показатели растений.

Материалы и методы. Объект исследования – однодомная конопля сорт «Сурская». Растения обрабатывались в фазу трех пар листьев следующими растворами: гиббереллиновой кислоты (ГК) в концентрациях 25, 30, 50 мг/л; ауксина (ИУК) – 10, 20 мг/л; цитокинина (ЦТК) – 5, 10 мг/л; хлорхолинхлорида (ССС) – 6 мг/л; селената натрия (Na_2SeO_4) – 3 мг/л, а также в следующих комбинациях: ИУК 15 мг/л + ЦТК 10 мг/л; ИУК 15 мг/л + СССР 6 мг/л; ЦТК 10 мг/л + СССР 6 мг/л. Исследования проводились на основных этапах онтогенеза в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей» (1980). Содержание каннабиноидов определялось методом газожидкостного хроматографического анализа.

Результаты. Регуляторы роста оказали существенное воздействие на морфометрические характеристики растений: общую высоту, техническую длину стебля и длину междоузлий. Отмечено уменьшение выщепления обычной пскони на варианте с обработкой комбинацией хлорхолинхлорида и цитокинина. Установлена достоверная прибавка урожая соломки и волокна в вариантах с обработкой ауксином.

Выводы. Полученные результаты дают возможность рекомендовать некоторые регуляторы роста (ауксины, цитокинины, хлорхолинхлорид) в практику коноплеводства с целью повышения урожайности волокна и соломки однодомной конопли.

Ключевые слова: конопля посевная, регуляторы роста растений, ауксин, цитокинин, гиббереллин, каннабиноиды, тетрагидроканнабинол, хозяйственно ценный признак.

V. A. Serkov, V. N. Khryanin, L. V. Klimova

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON EXPRESSION OF SEX AND FORMATION OF A COMPLEX OF ECONOMICALLY USEFUL TRAITS IN MONOECIOUS HEMP PLANTS

Abstract.

Background. Currently, there is a need to raise harvest of fiber and seeds and to reduce cannabinoids in inflorescences and leaves of plants. In order to improve the technology of seed-production and cultivation of hemp in conditions of the Middle Volga, the authors conducted field experiments to study the effect of growth regula-

tors on morphological, physiological and biochemical characteristics of plants for two years.

Materials and methods. The object of study was the «Surskaya» monoecious hemp variety. Plants were treated in a phase of 3 pairs of leaves with the following solutions: gibberellic acid (GA) at concentrations of 25, 30, 50 mg/l; auxin (IAA) – 10, 20 mg/l; cytokinin (BAP) – 5, 10 mg/l; chlorine-choline-chloride (CCC) – 6 mg/l; Na₂SeO₄ – 3 mg/l, and mixtures of IAA 15 mg/l + BAP 10 mg/l; IAA 15 mg/l + CCC 6 mg/l; BAP 10 mg/l + CCC 6 mg/l. The research was carried out at the key stages of ontogeny in accordance with the «Methodical guidelines for field and greenhouse experiments with hemp» (1980). The content of cannabinoids was determined by the gas-liquid chromatographic analysis.

Results. Growth regulators had a significant effect on the morphometric characteristics of plants: overall height, technical length of the stem and length of the interstitial space. The authors noted a decrease in normal excision of male hemp plants when treated with the mixture of chlorine-choline-chloride and cytokinin. A significant increase in crop straw and fiber was noted when treated with auxin.

Conclusions. The results make it possible to recommend some growth regulators (auxins, cytokinins, chlorine-choline-chloride) for usage in hemp production in order to increase the yield of fiber and straw of monoecious hemp.

Key words: cannabis sativa, plant growth regulators, auxin, cytokinin, gibberellic acid, cannabinoids, tetrahydrocannabinol, economically valuable indication.

Создание однодомной конопли явилось выдающимся достижением селекции культуры первой половины прошлого века. Внедрение однодомных сортов в сельскохозяйственное производство позволило применять однократную механизированную уборку, что существенно повысило эффективность возделывания культуры. Вместе с тем было установлено, что признак однодомности конопли генетически неустойчив и без специальных ресурсозатратных селекционно-семеноводческих приемов его поддержания в потомстве однодомная конопля через 3–4 поколения почти полностью реверсирует в двудомную [1–3].

Было выяснено, что в определении пола однодомных растений конопли участвуют гены пола половых хромосом, а также генетические факторы аутосом разной валентности. Спонтанный процесс популяционного изменения признаков пола однодомных растений постоянно направлен на выщепление поскони как результат реверсии рецессивных генов в доминантные [4–7].

Определение полового статуса растений конопли посевной в процессе онтогенеза обуславливается не только генетическим аппаратом, но и модифицирующими условиями внешней среды. Реализация пола в естественных условиях во многом зависит от различных эндогенных факторов – обеспеченности элементами минерального питания, гидротермического режима, особенностей фотопериода и пр. Кроме того, существенное влияние на регуляцию проявления пола растений, процессы их роста и развития оказывают фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен и др. [8–12].

Проведенные исследования по изучению влияния фитогормонов на процессы роста и развития, проявление пола у селекционных сортов двудомной южной конопли показали, что процессы регуляции половых признаков растений контролируются многокомпонентной гормональной системой,

главными элементами которой являются гиббереллины, ауксины и цитокинины – фитогормоны, непосредственно детерминирующие сексуализацию растительных организмов. Причем действие фитогормонов имеет сортоспецифические особенности [13].

Воздействие регуляторов роста на растительный организм особенно эффективно в фазу перехода от вегетативного роста к генеративному развитию. Для растений конопляной посевной переходной является фаза формирования трех пар листьев. В этот период развития апексы растительных организмов переходят из вегетативного состояния в прегенеративное [10, 14–16].

Рядом ученых было высказано предположение, что в отношении проявления пола у двудомных растений, равно как и у однодомных с раздельно-полами цветками, не только эндогенное соотношение набора фитогормонов, но и их разные концентрации изменяют направление процессов дифференциации пола [17, 18].

У однодомной конопляной воздействие регуляторов роста на проявление пола и функциональную деятельность вегетативных органов растений изучено недостаточно, поэтому несомненный прикладной интерес представляют исследования по установлению их влияния на комплекс количественных и качественных признаков конопляной гиббереллиновой, ауксиновой, цитокининовой при их воздействии на растительный организм в ювенальную фазу его развития.

Цель исследований: изучить влияние регуляторов роста растений – гиббереллина, ауксина и цитокинина, а также их комбинаций – на формирование половых признаков, каннабиноидообразование, характеристики урожая основных видов продукции однодомных растений конопляной посевной.

Задачи исследований:

– определить характер и степень воздействия различных концентраций гиббереллина, ауксина, цитокинина, хлорхолинхлорида, селената натрия и их комбинаций на половую дифференциацию, процесс каннабиноидообразования, формирование признаков продуктивности и качества растений сорта однодомной конопляной «Сурская» при обработке в фазу трех пар листьев;

– установить оптимальные параметры обработки для получения наибольшего эффекта феминизации, улучшения количественных и качественных характеристик урожая.

Материал и методика

Объект исследований – сорт ненаркотической однодомной конопляной среднерусского экотипа «Сурская» (двустороннего направления использования). Репродукция семян ОС (оригинальные семена).

Исследования проводились в полевом эксперименте при общепринятой агротехнике и естественной длительности светового дня. Опыт однофакторный, размещение делянок систематическое. Закладка опыта выполнялась сеялкой СН-16 с дисковыми сошниками в четырехрядковом варианте.

Общая площадь делянки – 30 м², учетная – 25 м². Норма высева семян – 1,2 млн шт./га. Повторность четырехкратная. Количество вариантов – 11. Площадь опыта – 0,13 га. Предшественник – чистый пар.

Схема опыта: опрыскивание растений растворами гибберелловой кислоты (ГК) концентрации 25, 30, 50 мг/л; ауксина (ИУК) концентрации

10, 20 мг/л; цитокинина (ЦТК) концентрации 5, 10 мг/л; хлорхолинхлорида (ССС) концентрации 6 мг/л; селената натрия (Na_2SeO_4) концентрации 3 мг/л, а также следующими комбинациями: ИУК 15 мг/л + ЦТК 10 мг/л; ИУК 15 мг/л + СССР 6 мг/л; ЦТК 10 мг/л + СССР 6 мг/л.

Исследования проводились на основных этапах онтогенеза в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей» [19] и «Методическими указаниями по изучению коллекции конопли» [20].

В изучение включены морфометрические (высота растения, техническая длина стебля, количество междоузлий, диаметр стебля в его центральной части), биологические (продолжительность фаз развития и вегетационного периода, полиморфизм растений с учетом числа и процентного соотношения половых типов), биохимические (содержание основных каннабиноидов в верхушках соцветий, содержание масла в семенах), хозяйственно полезные (семенная продуктивность, масса 1000 семян, масса стебля, общее содержание волокна в стебле, гибкость и разрывная нагрузка чесаного волокна) признаки и свойства растений.

В период вегетации проводилась оценка растений по устойчивости к полеганию, поражению болезнями, повреждению вредителями.

Идентификация и определение количественного содержания основных каннабиноидов (каннабинола – КБН, каннабидиола – КБД, тетрагидроканнабинола – ТГК) проводились методом газожидкостного хроматографического (ГЖХ) анализа, согласно методическим рекомендациям «Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака» [21, 22]. Сбор верхушек соцветий на анализ проводился в фазу бутонизации растений.

Каннабиноиды экстрагировались 96 % этанолом. Разделение каннабиноидов осуществилось с программированием температур на хроматографическом комплексе «Кристалл 2000М». Колонка капиллярная ZB-1, длина – 30 м. В качестве внутреннего стандарта использовался 0,5 % раствор метилстеарата в этаноле.

Определение содержания масла в семенах выполнялось по методу Лебедевцева – Раушковского [23].

Статистическая обработка экспериментальных данных с использованием дисперсионного анализа проводилась согласно методикам Б. А. Доспехова [24].

Результаты и обсуждение

Агрометеорологические условия периода вегетации конопли по фазам развития в годы проведения эксперимента различались.

Агрометеословия 2013 г. в совокупности были благоприятными для роста и развития растений конопли почти на всех этапах онтогенеза. Однако в критический период роста и развития растений – массовую бутонизацию – начало цветения (26 июня – 11 июля) – гидротермический режим вегетации был неудовлетворительным. За этот период выпало около 5 мм (17 % от среднесуточных показателей) осадков, среднесуточные температуры нарастают, составляя +18–25 °С. Период массового цветения (15 июля – 5 авгу-

ста) характеризовался нормальным фоном среднесуточных температур (+18–20 °С) с периодическими осадками. В целом за вегетацию конопли сумма активных температур составила 2041 °С при 263 мм осадков. Показатель гидротермического коэффициента (ГТК) (1,3) в целом характеризует вегетационный период конопли посевной как нормально увлажненный.

Агрометеоусловия 2014 г. оказались менее благоприятными для роста и развития растений конопли. Период от посева до массовых всходов (10–25 мая) характеризовался дефицитом осадков (15,9 мм, или 55 % от среднесуточных показателей) на фоне растущих среднесуточных температур (+9,5–22,5 °С) и сокращающимися запасами влаги в почве. В критический период роста и развития растений – массовую бутонизацию – начало цветения (26 июня – 11 июля) – гидротермический режим вегетации также оказался неудовлетворительным. За этот период выпало около 26 мм осадков (70 % от среднесуточных параметров), среднесуточные температуры сильно колебались, составляя +10–23 °С. В целом за вегетацию конопли сумма активных температур составила 2270 °С при 140 мм осадков. Показатель ГТК (0,62) в целом характеризует вегетационный период конопли посевной как засушливый.

В агроклиматических условиях 2013 г. отмечено уменьшение содержания поскони в варианте с применением ГК в концентрации 25 мг/л (–2,3 % к контролю) и цитокинина в дозе 10 мг/л (–2,0 % к контролю). В варианте с применением ауксина в дозе 20 мг/л, напротив, наблюдалось увеличение параметра признака на 2,7 %.

В вегетацию 2014 г. установлено уменьшение содержания поскони в варианте с применением цитокинина в дозе 10 мг/л (–2,0 % к контролю) и цитокинина в дозе 10 мг/л в сочетании с хлорхолинхлоридом в дозе 6 мг/л (–1,7 % к контролю). В вариантах с применением ауксина в дозе 15 мг/л, напротив, наблюдалось увеличение параметра признака на 2,5 %. Достоверной дифференциации вариантов по признаку пола не установлено.

В нормально увлажненных условиях вегетации (2013 г.) пониженный относительно контроля суммарный уровень каннабиноидов отмечен в варианте с обработкой ИУК в дозе 10 мг/л (–0,22 %). Понижение уровня содержания ТГК относительно контроля отмечено в варианте с обработкой ИУК в дозе 10 мг/л.

В более засушливых условиях (2014 г.) достоверных различий по вариантам не установлено как по суммарному уровню каннабиноидов, так и по содержанию ТГК.

В контрастных условиях проведения эксперимента обработка растений регуляторами роста оказала достоверное влияние на морфометрические признаки «высота растения», «техническая длина стебля», «средняя длина междоузлия» и не повлияла на признаки «длина соцветия», «количество междоузлий», «содержание обычной поскони», «диаметр стебля» (табл. 1).

Урожай соломки по опыту колебался от 14,5 до 22,0 г/раст., в контроле – 16,7 г/раст. Наибольшее достоверное превышение над контролем (+5,3 г/раст.) имел вариант с обработкой ауксином в дозе 20 мг/л. Также существенно превысил контрольные параметры вариант с обработкой селеном натрия в дозе 3 мг/л (табл. 2).

Таблица 1

Биоморфометрические характеристики растений (2013–2014 гг.)

Вариант	Высота растения, см	Техническая длина стебля, см	Длина соцветия, см	Диаметр стебля, мм	Количество междоузлий, шт	Ср. длина междоузлия, см	Содержание поскони, %
1. Контроль	196	162	34	7,3	11,6	14,1	5,0
2. ГК 25	190	172	18	7,0	11,6	14,8	5,2
3. ГК 50	181	171	10	6,6	11,2	15,3	5,6
4. ИУК 10	217	188	29	7,6	11,2	16,8	5,5
5. ИУК 20	218	195	23	6,8	10,8	18,0	5,8
6. ЦТК 5	237	210	27	8,2	11,3	18,6	5,0
7. ЦТК 10	239	214	25	7,5	9,8	21,8	4,5
6. CCC 6	203	162	41	7,5	12,3	13,3	4,0
7. SE 3	210	169	41	8,1	11,8	14,4	5,3
8. ГК 30	187	172	15	6,5	11,3	15,2	5,3
9. ИУК 15 + ЦТК 10	194	161	32	7,1	11,9	13,6	7,5
10. ИУК 15 + CCC 6	191	155	36	7,0	11,9	13,1	5,5
11. CCC 6 + ЦТК 10	198	160	38	7,4	12,5	12,8	3,3
НСР ₀₅	14,3	8,9	NS	NS	NS	1,44	NS
m, %	2,4	1,9	8,7	4,7	3,9	3,5	20,6

Таблица 2

Количественные и качественные характеристики урожая стеблей
(Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
(ПензНИИСХ), 2013–2014 гг.)

Вариант	Урожай соломки, г/раст.	Содержание волокна, %		Сбор волокна, г/раст.		Разрывная нагрузка волокна, кгс	Гибкость волокна, мм
		общего	длинного	общего	длинного		
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Контроль	16,7	30,6	15,5	5,1	2,6	25,8 (высокая)	18,7 (средняя)
2. ГК 25	14,7	31,3	18,7	4,9	2,7	25,2 (высокая)	19,3 (средняя)
3. ГК 50	14,5	31,4	20,4	4,6	3,0	26,3 (высокая)	19,8 (средняя)
4. ИУК 10	18,5	31,5	20,1	5,8	3,7	29,4 (высокая)	19,2 (средняя)
5. ИУК 20	22,0	32,9	22,6	7,2	5,0	29,6 (высокая)	20,4 (высокая)
6. ЦТК 5	17,1	32,2	22,9	5,5	3,9	27,8 (высокая)	18,6 (средняя)
7. ЦТК 10	18,0	32,8	22,1	5,9	4,0	28,1 (высокая)	19,0 (средняя)
6. CCC 6	18,7	32,8	18,1	5,7	3,4	24,6 (высокая)	20,0 (средняя)

1	2	3	4	5	6	7	8
7. SE 3	20,3	33,3	17,5	6,4	3,5	21,3 (средняя)	18,5 (средняя)
8. ГК 30	14,7	31,3	18,7	4,9	2,7	25,2 (средняя)	19,3 (средняя)
9. ИУК 15 + + ЦТК 10	16,7	28,8	20,7	4,6	3,5	24,2 (средняя)	20,7 (высокая)
10. ИУК 15 + + CCC 6	17,3	32,5	20,1	5,5	3,5	24,0 (средняя)	21,0 (высокая)
11. CCC 6 + + ЦТК 10	16,0	30,7	16,2	5,1	2,6	23,8 (средняя)	17,9 (средняя)
НСР ₀₅	3,5	2,2	4,6	0,8	0,5	NS	NS
m, %	6,9	5,8	7,1	9,8	5,6	9,4	10,2

Выход волокна общий изменялся от 28,8 до 33,3 %. Контроль характеризовался параметром признака 30,6 %. Почти все варианты с обработкой регуляторами роста имели превышение над контролем от 0,1 до 2,7 %. Вариант с обработкой ИУК 15 + ЦТК 10 показал меньший параметр признака (–1,8 % к контролю).

Выход длинного волокна варьировал от 16,2 до 22,9 %. В контроле содержание длинного волокна составило 15,5 %. Достоверное превышение над контролем имели варианты с обработкой ауксином и цитокинином, а также их комбинацией.

Сбор волокна общий изменялся от 4,6 до 6,4 г/раст. Контроль характеризовался параметром признака 5,1 г/раст. Наибольшее превышение над контролем имели варианты с обработкой ауксином в концентрации 20 мг/л и селенатом натрия в концентрации 3 мг/л.

Сбор длинного волокна варьировал от 2,6 до 5,0 г/раст. В контроле этот показатель составил 2,6 г/раст. Наибольшее достоверное превышение над контролем имел вариант с обработкой ауксином в концентрации 20 мг/л. Несколько уступали ему варианты с обработкой цитокинином.

Анализ качественных характеристик волокна растений показал, что большинство вариантов имело высокие параметры признака «разрывная нагрузка чесаного волокна». Контрольные растения имели также высокую разрывную нагрузку. Однако существенных различий между вариантами опыта не установлено.

По признаку «гибкость чесаного волокна» большинство вариантов, наряду с контролем, имело средние показатели признака. Высокими параметрами признака обладали варианты с обработкой ауксином в дозе 20 мг/л, а также сочетаниями ауксина с цитокинином и хлорхолинхлоридом.

Обработка регуляторами роста в условиях вегетаций двух лет эксперимента несущественно влияла на процесс созревания семян. Ускоренное по отношению к контролю созревание показали растения вариантов с обработкой ИУК (–3–5 сут). Семена с данных вариантов характеризовались наименьшей уборочной влажностью (–6,1–6,6 % к контролю).

Семенная продуктивность растений варьировала в диапазоне значений от 1,1 до 2,6 г/раст. Контрольные растения сформировали урожай 1,3 г/раст.

Статистически достоверные прибавки по данному признаку установлены в вариантах с обработкой ИУК.

Признаки «масса 1000 семян» и «содержание масла» в семенах не зависели от варианта обработки (табл. 3).

Таблица 3
Количественные и качественные характеристики урожая семян
(ПензНИИСХ, 2013–2014 гг.)

Вариант	Уборочная влажность, %	Семенная продуктивность, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Содержание масла, %
1. Контроль	27,0	1,3	15,2	32,4
2. ГК 25	22,2	1,6	15,9	31,4
3. ГК 50	26,7	1,7	15,9	32,1
4. ИУК 10	20,9	2,6	15,6	31,8
5. ИУК 20	20,4	2,5	15,1	32,5
6. ЦТК 5	22,5	1,2	15,7	31,2
7. ЦТК 10	22,8	1,6	15,1	32,1
6. CCC 6	25,8	1,3	14,4	32,6
7. SE 3	30,6	1,3	13,4	32,4
8. ГК 30	26,7	1,5	14,0	31,2
9. ИУК 15 + ЦТК 10	28,3	1,1	14,1	32,4
10. ИУК 15 + CCC 6	30,4	1,3	14,7	32,1
11. CCC 6 + ЦТК 10	23,7	1,3	14,3	32,4
НСР ₀₅	NS	0,8	NS	NS
m, %	7,4	14,2	3,0	1,3

Анализ урожайности соломки и семян показал, что достоверная прибавка по урожаю соломки отмечена в вариантах с обработкой ауксином (+1,3–2,4 т/га). По урожаю семян математически подтвержденная прибавка отмечена только в варианте с обработкой ауксином в концентрации 20 мг/л (+0,14 т/га) (табл. 4).

Таблица 4
Параметры приведенного урожая основных видов продукции
(ПензНИИСХ, 2013–2014 гг.)

Вариант	Урожай соломки		Урожай семян		Сбор волокна		Сбор масла	
	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю	т/га	± к контролю
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Контроль	10,7	–	0,40	–	3,27	–	0,13	–
2. ГК 25	8,9	–1,8	0,33	–0,07	2,51	–0,76	0,11	–0,02
3. ГК 50	10,5	–0,2	0,34	–0,06	2,67	–0,60	0,11	–0,02
4. ИУК 10	12,0	+1,3	0,42	+0,02	3,47	+0,20	0,14	+0,01
5. ИУК 20	13,1	+2,4	0,54	+0,14	3,50	+0,23	0,17	+0,04

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. ЦТК 5	11,6	+0,9	0,25	-0,15	3,39	+0,12	0,08	-0,05
7. ЦТК 10	9,8	-0,9	0,27	-0,13	3,09	-0,18	0,09	-0,04
6. CCC 6	9,2	-1,5	0,30	-0,10	3,02	-0,25	0,10	-0,03
7. SE 3	10,2	-0,5	0,32	-0,08	3,40	+0,13	0,10	-0,03
8. ГК 30	9,6	-1,1	0,30	-0,10	3,00	-0,27	0,09	-0,04
9. ИУК 15 + ЦТК 10	10,0	-0,7	0,30	-0,10	2,88	-0,39	0,10	-0,03
10. ИУК 15 + CCC 6	10,1	-0,6	0,34	-0,06	3,28	+0,01	0,11	-0,02
11. CCC 6 + ЦТК 10	8,4	-2,3	0,27	-0,13	2,58	-0,69	0,09	-0,04
НСП ₀₅		1,1		0,11		0,20		0,035
m, %		9,31		11,54		13,7		11,6

Общий сбор волокна варьировался по вариантам от 2,51 до 3,50 т/га. Наибольшую и статистически достоверную прибавку показал вариант с обработкой растений ауксином в концентрации 20 мг/л (+0,23 т/га).

По сбору масла достоверное превосходство над контролем также имел вариант с обработкой растений ауксином в концентрации 20 мг/л.

Ни один из вариантов с обработкой комбинациями регуляторов роста не выявил эффективности по прибавке продуктивности.

Таким образом, обработка растений ауксином оказала достоверное влияние на хозяйственно полезные признаки «урожай соломки/семян», «содержание длинного волокна», «сбор общего волокна», «сбор масла».

Заключение

Регуляторы роста оказали существенное воздействие на морфометрические характеристики растений: общую высоту, техническую длину стебля и длину междоузлий. Отмечено уменьшение выщепления обычной поскони в варианте с обработкой комбинацией хлорхолинхлорида и цитокинина в концентрации 10 мг/л. Наименьшей уборочной влажностью характеризовались семена вариантов с обработкой ауксином. Установлена достоверная прибавка урожая семян, соломки и волокна, а также сбора масла в варианте с обработкой ИУК в концентрации 20 мг/л. Регуляторы роста не повлияли на процесс каннабиноидонакопления, а также на признаки «масса 1000 семян» и «содержание масла» в семенах.

Список литературы

1. Гришко, Н. Н. Вопросы пола у конопли, выведение однодомных форм и сортов с одновременным вызреванием обоих полов / Н. Н. Гришко, В. И. Левченко, В. И. Селецкий // Генетика и селекция конопли : тр. ВНИИ конопли. – М. : ВАСХНИЛ, 1937. – Вып. 5. – С. 73–108.
2. Дёмкин, А. П. Сохранение сортовой типичности однодомной конопли / А. П. Дёмкин // Лен и конопля. – 1975. – № 1. – С. 17–20.
3. Дёмкин, А. П. Сортопрочистка и сортовая типичность однодомной конопли / А. П. Дёмкин, А. Д. Бондаренко // Лен и конопля. – 1979. – № 6. – С. 24–25.
4. Hoffmann, W. Die Vererbung der Geschlechtsformen des Hanfes (*Cannabis sativa* L.) / W. Hoffmann // Der Züchter. – 1952. – В. 22. – Н. 4, 5. – S. 147–158.

5. **Sengbusch, R.** Ein weiterer Beitrag zur Vererbung des Geschlechts bei Hanf als Grundlage für die Zuchtung eines monözieschen Hanfes / R. Sengbusch // Zeitschrift für Pflanzenzüchtung. – 1952. – В. 31. – Н. 3. – С. 319–338.
6. **Köhler, D.** Zur Vererbung der Monözie beim Hanf / D. Köhler // Zeitschrift für Vererbungslehre. – 1958. – В. 89. – С. 437–447.
7. **Мигаль, Н. Д.** Генетика пола конопли / Н. Д. Мигаль. – Глухов : ИЛК, 1992. – 216 с.
8. **Хрянин, В. Н.** Влияние регулятора роста на урожай и технологические качества конопли / В. Н. Хрянин // Лен и конопля. – 1965. – № 6. – С. 33–34.
9. **Хрянин, В. Н.** Смещение пола у растений конопли при обработке гиббереллином / В. Н. Хрянин // С.-х. биология. – 1969. – № 5. – С. 753–758.
10. **Хрянин, В. Н.** Влияние гиббереллина на дифференциацию стеблевых апексов конопли / В. Н. Хрянин, Э. Л. Миляева // Доклады АН СССР. – 1977. – № 4. – С. 982–984.
11. **Хрянин, В. Н.** Биологическая активность цитокининов, гиббереллинов в корнях и листьях при проявлении пола у двудомных растений / В. Н. Хрянин, М. Х. Чайлахян // Физиология растений. – 1979. – № 5. – С. 1008–1015.
12. **Чайлахян, М. Х.** Гормональная регуляция проявления пола у растений / М. Х. Чайлахян, В. Н. Хрянин // Ботанический журнал. – 1980. – № 2. – С. 153–171.
13. **Чайлахян, М. Х.** Пол растений и его гормональная регуляция / М. Х. Чайлахян, В. Н. Хрянин. – М. : Наука, 1982. – С. 96–97.
14. **Сорока, В. П.** Эмбриологические исследования превращения мужских цветков в женские у однодомной конопли / В. П. Сорока, Н. Д. Мигаль // V Всесоюз. совещ. по эмбриологии растений. – Кишинев : Штиинца, 1971. – С. 169–171.
15. **Степанов, Г. С.** К вопросу создания однополной формы конопли / Г. С. Степанов // Биология, возделывание и первичная обработка конопли и кенафа : тр. ВНИИ лубяных культур. – Глухов, 1975. – Вып. 37. – С. 56–60.
16. **Солдатов, С. А.** Влияние селената натрия на фитогормональный статус и проявление пола у двудомных растений конопли / С. А. Солдатов, В. Н. Хрянин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 2. – С. 13–16.
17. **Skoog, F.** Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro / F. Skoog, C. Miller // Symp. Soc. Exp. Biol. – 1957. – Vol. 11. – P. 118.
18. **Кулаева, О. Н.** Цитокинины, их структура и функция / О. Н. Кулаева. – М. : Наука, 1973. – 264 с.
19. **Мигаль, Н. Д.** Методические указания по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей / Н. Д. Мигаль [и др.]. – М. : ВАСХНИЛ, 1980. – 34 с.
20. **Румянцева, Л. Т.** Изучение коллекции конопли : метод. указания / Л. Т. Румянцева, М. Г. Дудник. – Л. : ВНИИР, 1989. – 20 с.
21. **Сорокин, В. И.** Определение вида наркотических средств, получаемых из конопли и мака : метод. рекомендации / В. И. Сорокин [и др.]. – М. : ЭКЦ МВД России, РФЦСЭ МЮ России, 1995. – 24 с.
22. **Зеленина, О. Н.** Методические указания по оценке содержания тетрагидроканнабинола в растениях конопли методом тонкослойной хроматографии / О. Н. Зеленина, Г. И. Бородин, А. А. Смирнов [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, ПензНИИСХ, 2004. – 12 с.
23. **Раушковский, С. С.** Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла / С. С. Раушковский. – М. : Пищепромиздат, 1959. – 46 с.
24. **Доспехов, Б. А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Grishko N. N., Levchenko V. I., Seletskiy V. I. *Genetika i selektsiya konopli: tr. VNIi konopli* [Genetics and selection of hemp: proceedings of All-USSR Research Institute of Hemp]. Moscow: VASKhNIL, 1937, iss. 5, pp. 73–108.
2. Demkin A. P. *Len i konopya* [Flax and hemp]. 1975, no. 1, p. 17–20.
3. Demkin A. P., Bondarenko A. D. *Len i konopya* [Flax and hemp]. 1979, no. 6, pp. 24–25.
4. Hoffmann W. *Der Züchter* [Manufacturer]. 1952, vol. 22, iss. 4, 5, pp. 147–158.
5. Sengbusch R. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* [Journal of plant growing]. 1952, vol. 31, iss. 3, pp. 319–338.
6. Köhler D. *Zeitschrift für Vererbungslehre* [Journal of inheritance]. 1958, vol. 89, pp. 437–447.
7. Migal' N. D. *Genetika pola konopli* [Hemp gender genetics]. Glukhov: ILK, 1992, 216 p.
8. Khryanin V. N. *Len i konopya* [Flax and hemp]. 1965, no. 6, pp. 33–34.
9. Khryanin V. N. *S.-kh. biologiya* [Agricultural biology]. 1969, no. 5, pp. 753–758.
10. Khryanin V. N., Milyaeva E. L. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR ACADEMY of Sciences]. 1977, no. 4, pp. 982–984.
11. Khryanin V. N., Chaylakhyan M. Kh. *Fiziologiya rasteniy* [Plant physiology]. 1979, no. 5, pp. 1008–1015.
12. Chaylakhyan M. Kh., Khryanin V. N. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical garden]. 1980, no. 2, pp. 153–171.
13. Chaylakhyan M. Kh., Khryanin V. N. *Pol rasteniy i ego gormonal'naya regulyatsiya* [Plant gender and its hormonal regulation]. Moscow: Nauka, 1982, pp. 96–97.
14. Soroka V. P., Migal' N. D. *V Vsesoyuz. soveshch. po embriologii rasteniy* [All-USSR conference on plant embryology]. Kishinev: Shtiintsa, 1971, pp. 169–171.
15. Stepanov G. S. *Biologiya, vozdeleyvanie i pervichnaya obrabotka konopli i kenafa: tr. VNIi lubyanykh kul'tur* [Biology, cultivation and primary treatment of hemp and kenaf: proceedings of All-USSR Research Institute of Fibre Crops]. Glukhov, 1975, iss. 37, pp. 56–60.
16. Soldatov S. A., Khryanin V. N. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences]. 2006, no. 2, pp. 13–16.
17. Skoog F., Miller C. *Symp. Soc. Exp. Biol.* 1957, vol. 11, p. 118.
18. Kulaeva O. N. *Tsitokininy, ikh struktura i funktsiya* [Cytokinins, structure and function thereof]. Moscow: Nauka, 1973, 264 p.
19. Migal' N. D. et al. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konopley* [Methodological guidelines to field and vegetation experiments with hemp]. Moscow: VASKhNIL, 1980, 34 p.
20. Rumyantseva L. T., Dudnik M. G. *Izuchenie kolleksii konopli: metod. ukazaniya* [Examination of hemp collections: methodological guidelines]. Leningrad: VNIIR, 1989, 20 p.
21. Sorokin V. I. et al. *Opredelenie vida narkoticheskikh sredstv, poluchaemykh iz konopli i maka: metod. rekomendatsii*. [Determination of narcotic drug types, generated from hemp and poppy: methodological recommendations]. Moscow: EKTs MVD Rossii, RFTsSE MYu Rossii, 1995, 24 p.
22. Zelenina O. N., Borodin G. I., Smirnov A. A. et al. *Metodicheskie ukazaniya po otsenke sodержaniya tetragidrokannabinola v rasteniyakh konopli metodom tonkosloynoy khromatografii* [Methodological guidelines to tetrahydrocannabinol content assessment in hemp by thin-layer chromatography]. Moscow: Rossel'khozakademiya, PenzNIISKh, 2004, 12 p.

23. Raushkovskiy S. S. *Metody issledovaniy pri seleksii maslichnykh rasteniy po soderzhaniyu masla* [Research methods in selection of oil plants by oil content]. Moscow: Pishchepromizdat, 1959, 46 p.
24. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field experiment methodology (with fundamentals of research results statistical processing)]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.

Серков Валериан Александрович

доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Пензенский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства
(Россия, Пензенская область,
р. п. Лунино, ул. Мичурина, 1б)

E-mail: valerian_serkov@mail.ru

Serkov Valerian Aleksandrovich

Doctor of agricultural sciences, senior staff
scientist, Penza Research Institute
of Agriculture
(1b Michurina street, Lunino village,
Penza region, Russia)

Хрянин Виктор Николаевич

доктор биологических наук, профессор,
кафедра общей биологии и биохимии,
Пензенский государственный
университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)

E-mail: viktor.khryanin@gmail.com

Khryanin Viktor Nikolaevich

Doctor of biological sciences, professor,
sub-department of general biology
and biochemistry, Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Климова Людмила Владимировна

научный сотрудник, Пензенский научно-
исследовательский институт сельского
хозяйства
(Россия, Пензенская область,
р. п. Лунино, ул. Мичурина, 1б)

E-mail: valerian_serkov@mail.ru

Klimova Ludmila Vladimirovna

Research worker, Penza Research
Institute of Agriculture
(1b Michurina street, Lunino village,
Penza region, Russia)

УДК 633.522:631.527

Серков, В. А.

Влияние регуляторов роста на проявление пола и формирование комплекса хозяйственно полезных признаков растений однодомной конопли / В. А. Серков, В. Н. Хрянин, Л. В. Климова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2015. – № 3 (11). – С. 42–53.