

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 633.522:631.527

## К ПРОБЛЕМЕ РЕГУЛЯЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

*Серков В.А., Хрянин В.Н., Зеленина О.Н.*

Проведен ретроспективный анализ экспериментального материала по влиянию факторов внешней среды и экзогенных фитогормонов на формирование полового статуса растений конопля. Наиболее выраженный эффект проявляют уровень минерального питания, температурный режим и продолжительность светового дня. Усилению феминизации способствуют высокое обеспечение азотом, пониженный фон температур, уменьшение длительности светового дня. Существенную роль в экспрессии регуляторных механизмов половой дифференциации также играют ауксины, цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота и этилен. Гиббереллины сдвигали соотношение полов в сторону увеличения мужских цветков и растений, цитокинины и ауксины стимулировали усиление признаков женского пола и образование женских особей. Абсцизовая кислота и этилен проявляли феминизирующий эффект. Селенат натрия способствовал усилению женской сексуализации.

**Ключевые слова:** конопля посевная, регуляторы роста растений, ауксин, цитокинин, гиббереллин, абсцизовая кислота, хлорхолохлорид, селенат натрия.

Индукционное формирование и изменение пола у растений однодомной конопля посевной (*Cannabis sativa* L.) является сравнительно малоизученным вопросом биологии развития этой культуры, однако вместе с тем он имеет важное теоретическое и практическое значение. Это обусловлено теми перспективами, которые могут открыться в селекционной работе и практике коноплеводства по мере выяснения механизмов процесса регуляции проявления пола у растений и направленного воздействия на них. Поэтому поиск и изучение механизмов воздействия различных биогенных и абиогенных факторов на растения культуры с целью сдвига латентного статуса половой принадлежности растений в необходимом направлении является актуальной задачей.

В природных условиях конопля – типично двудомный вид, популяционные половые типы которого различаются четко выраженным диморфизмом: особи с мужскими цветками (андроцейные генеты) именуется посконью, а с женскими цветками (гинецейные генеты) – матёркой. При этом мужские и женские растения имеют существенные биологические, физиологические и морфологические различия.

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 конопля определяется в зависимости от габитуса растений и соотношения различных типов цветков (мужских, женских и обоеполюх) в соцветиях [1].

В селекционной практике и производственном плане наиболее ценными являются три половых типа однодомной конопля: однодомное растение с преобладанием мужских цветков над женскими, идеальное однодомное растение, однодомное растение с преобладанием женских цветков над мужскими [2].

На начальных этапах изучения и выяснения механизмов сексуализации растений двудомной конопля преследовались сугубо практические цели: устранение разновременности созревания половых типов и повышение продуктивности растений. С выведением и внедрением в производство сортов однодомной конопля данная проблема приобрела ещё большую актуальность.

В основе реализации пола у однодомных растений лежит явление множественного аллелизма генов пола половых хромосом и различная валентность факторов пола аутосом. Именно это обстоятельство является одной из причин нестабильности и рецессивности признака однодомности.

Формирование пола у растений конопля и его реализация в процессе онтогенеза обуславливаются не только генетическим аппаратом, но и факторами

внешней среды: уровнем минерального питания, гидротермическим режимом, газовым составом атмосферы, длиной светового дня и качеством солнечной инсоляции, плотностью посева и др.

Большинство исследователей, проводя опыты с коноплей посевной, в целом установили, что плодородная почва способствует усилению женской сексуализации, а бедная почва – мужской сексуализации. Л.Г. Добрунов выяснил, что мужские растения конопли с начальных этапов развития до цветения более энергично по сравнению с женскими поглощают питательные вещества. После цветения поглощение питательных элементов и накопление сухого вещества преобладает у женских растений [3, 4].

В экспериментах с коноплей, выращиваемых на растворе Кнопа, высокий уровень азота детерминировал проявление женского пола, а низкий уровень – мужского пола, причём действие повышенного уровня азота на усиление женской сексуализации стимулируется в условиях короткого дня [5].

Другим важным фактором проявления пола у растений конопли является режим влагообеспеченности растений. Влажность почвы в диапазоне 60-80% от полной влагоёмкости способствует проявлению однодомности у растений. В целом было установлено, что повышенная влажность субстрата и атмосферы является фактором, способствующим заложению и дифференциации женских цветков, а в итоге формированию женских растений конопли [6].

Важную роль в сексуализации растений конопли играет также газовый состав атмосферы. Опрыскивание растений 2-хлорэтилфосфоновой кислотой приводило к образованию женских цветков на мужских растениях [7, 8].

Существенное влияние на проявление пола растений конопли оказывает температура. По данным В.В. Анисимова, при сравнительно низких температурах отмечается превращение цветков одного пола в другой. Автор предполагает, что низкие температуры (10-12°C) сильно подавляют начавшиеся под влиянием короткого дня процессы дифференциации цветочных бугорков и изменяют тип обмена веществ [9, 10].

В ряде опытов с коноплей посевной было установлено, что изменение температуры от высокой к низкой обычно вызывает не только увеличение числа женских растений в популяции, но и стимулирует появление женских цветков на мужских растениях [11, 12].

Н.Н. Гришко показал, что понижение температуры во время бутонизации детерминирует формирование обоеполюх цветков (интерсексов) на мужских растениях. Эти цветки представляли собой типичные тычиночные с несколькими пестиками [13].

Фактором первостепенного значения, обуславливающим переход растений от вегетативного

роста к генеративному развитию является длина светового дня. Исследованиями на конопле было установлено, что короткий день или уменьшение интенсивности света вызывают быстрое репродуктивное развитие и угнетение роста, массовое появление на мужских растениях обоеполюх цветков или даже цветков с преобладанием женских признаков, которые при длительном короткодневном воздействии завязывают семена. Длинный световой день действует на половую дифференциацию противоположным образом [14, 15, 16, 17, 10].

Изменение признаков пола у растений конопли происходит также и при различных механических повреждениях (декапитации апексов, удалении бутонов, цветков и соцветий и пр.). Причём хирургические воздействия вызывают аналогичные морфологические и физиологические эффекты, что и изменения в продолжительности фотопериода [18].

На конопле посевной исследовались и другие факторы искусственного регулирования соотношения мужских и женских цветков на растении, в частности изучалось влияние плотности посева. Установлено, что в загущенных посевах возрастает проявление женской сексуализации и увеличивается процент женских растений [19, 20].

Таким образом, под влиянием варьирования условий произрастания и хирургических воздействий, благодаря большой лабильности механизмов, определяющих проявление половой принадлежности, на растениях конопли посевной наблюдается выраженный эффект трансформации пола как в сторону мужской, так и женской сексуализации.

В связи с открытием фитогормонов (ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, абсцизовой кислоты, этилена) начался качественно новый этап исследований по изучению регуляторного механизма формирования половой дифференциации, как у двудомных, так и у однодомных растений конопли.

Было установлено, что ауксины как эндогенные регуляторы роста оказывают воздействие на процессы деления и дифференциации клеток растений, а также на многие физиологические и биохимические процессы на разных этапах органогенеза. Немногочисленные проведённые опыты с коноплей показали, что обработка растений нафтилуксусной кислотой (НУК) на ранних этапах органогенеза вызывала их феминизацию. Авторами было сделано предположение, что, достигнув определённого эффективного уровня в апексе, ауксины активизируют генетическую систему, находившуюся ранее в пассивном состоянии [21].

Гиббереллин (гибберелловая кислота – ГК) детерминирует противоположную реакцию и в большинстве случаев вызывает маскулинизацию растений конопли посевной. Согласно данным Этола, обработка растений гиббереллином обусловила образование на генетически женских растениях интерсексов и мужских цветков с фертильной пыльцой. Автор считает, что гиббереллин вызывает

трансформацию пола в период дифференциации цветка конопли [22].

М.С. Жуков, М.М. Сажко под действием гиббереллина наблюдали увеличение числа феминизированных мужских растений у однодомной конопли. Вместе с тем на женских растениях, согласно их данным, появлялись мужские цветки [23, 24]. В опытах Кёлера гиббереллин вызывал удлинение соцветий и образование мужских цветков на женских растениях [25].

В опытах с коноплей также было установлено, что у растений образовывались сильно вытянутые соцветия, мужские цветки были мельче и с меньшим количеством пыльцы, на соцветиях матерки через 8-12 суток после образования семян появлялись мужские цветки [23, 26]. Влияние гиббереллина на формирование пола у конопли также изучалось в работах Г.Г. Давидяна и С.Н. Кутузовой [15, 27, 28], которые отметили появление большого числа однодомных растений в популяции двудомной конопли в результате обработки их в 25-35 дневном возрасте. Мохан Рам и Джайсваль в своих экспериментах показали, что гиббереллин вызывает образование мужских цветков на женских растениях и увеличивает общее их число на растении конопли [29, 30].

Таким образом, экспериментальные данные о действии гиббереллинов на проявление пола у конопли посевной показали их активность в процессе половой дифференциации растений. Кроме того, было установлено, что биологическая активность эндогенных гиббереллинов значительно выше у мужских растений конопли, чем у женских и их действие зависит от возраста растений, состояния апекса, сроков и методов обработки [31, 32].

Действие цитокининов на конопле посевной, в отличие от гиббереллинов и ауксинов, почти не изучено. Эффект этой группы фитогормонов в отношении изменения признаков пола получить сложно, так как, если они не локализованы в зоне корневой системы, их действие ограничивается местом нанесения [33]. В целом полученные данные позволяют предположить, что цитокинины, как и другие фитогормоны, принимают участие в процессах половой дифференциации растений конопли посевной.

Наряду с фитогормонами-стимуляторами в регуляции пола конопли посевной участвуют и фитогормоны-ингибиторы. Наиболее изученной в этом отношении является абсцизовая кислота (АБК). По данным Мохан Рама и Джайсваль АБК при одновременном использовании с гиббереллином купировала его маскулинизирующий эффект [29]. По данным Энгельбрехт, для мужских соцветий конопли характерно высокое содержание АБК, а женских – цитокининов. По её мнению, баланс этих регуляторов роста – решающий фактор, определяющий фенотипическое различие мужских и женских растений [34].

Кроме природных ингибиторов, на процесс дифференциации пола у растений конопли посе-

ной оказывают действие различные синтетические ингибиторы, ретарданты и другие физиологически активные вещества. Так, по имеющимся данным ретардант хлорхолинхлорид (ССС) усиливает феминизацию растений, а при совместной обработке с ГК подавлял его влияние, но полностью не ингибировал маскулинизирующего эффекта, вызываемого ГК [35].

В опытах С.А. Солдатов и В.Н. Хрянина изучалось влияние селената натрия на рост, развитие и проявление пола у растений двудомной конопли посевной. Ставилась цель изучить изменение содержания фитогормонов под действием микроэлемента, а также выяснить механизмы этого воздействия. Постановкой опыта предполагались различные способы обработки: замачивание семян в растворах различных концентраций, опрыскивание растений в фазу 3-х пар листьев растворами различных концентраций и внесение в почву также растворов различных концентраций. Достоверные различия в соотношении мужских и женских растений наблюдались при опрыскивании растений и при замачивании семян в растворах соли. Авторами сделан вывод, что селенат натрия влияет на фитогормональный статус двудомных растений конопли. Различные способы обработки им растений способствуют усилению женской сексуализации, что, вероятно, реализуется путём воздействия селена на баланс фитогормонов – гибберелловой кислоты и зеатина [36].

Исследования влияния фитогормонов на сексуализацию растений конопли посевной дают основания для достаточно определённых выводов о роли отдельных их видов в процессе дифференциации по половому признаку. Так, ГК как гормон усиливает маскулинизацию растений, ауксины и отчасти цитокинины и АБК, напротив, – их феминизацию. Вместе с тем наблюдаются расхождения, и даже противоречия в полученных экспериментальных данных. Поэтому представления о механизмах действия регуляторов роста на проявление пола у растений конопли посевной разнятся.

Одни исследователи первостепенную роль в регуляции проявления пола отводят эндогенному уровню ауксинов [37, 38], другие – уровню гиббереллинов [39]. Некоторые авторы полагают, что сексуализация растений конопли посевной контролируется балансом фитогормонов или балансом фитогормонов и ингибиторов, в частности балансом ауксинов и гиббереллинов [27, 40], цитокининов и абсцизовой кислоты [34], гиббереллинов и абсцизовой кислоты [41], фитогормонов и природных ингибиторов [42].

В исследованиях ФГБНУ «Пензенский НИИХ» сделана попытка искусственного детерминирования формирования половых типов конопли посевной путем обработки фитогормонами. Отмечено уменьшение выщепления обычной поскони в варианте с обработкой комбинацией хлорхолинхлорида и цитокинина в концентрации 10 мг/л, однако

достоверно значимое исключительно в засушливых условиях вегетации [43, 44, 45, 46].

Существующее разнообразие представлений о детерминации формирования полового статуса растений конопли посевной внешними факторами и ограниченность исследований в данной области,

оставляет актуально открытой необходимость дальнейших научных изысканий по данной проблеме для разработки принципов и методов управления полом, а также повышения продуктивности растений этой ценной технической и пищевой культуры.

### Список литературы

- [1] Степанов, Г.С. Атлас-определитель половых типов растений конопли / Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, Романова // Чувацкий НИИСХ. Чебоксары. – 2011, – 164 с.
- [2] 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 селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. Материалы Всерос. науч.–прак. конф. Пенза, – 1999. – С. 160–163.
- [3] Добрунов, Л.Г. Особенности минерального питания конопли / Л.Г. Добрунов // Тр. ВНИИ конопли. – 1935, – С. 85–119.
- [4] Добрунов, Л.Г. Особенности роста и минерального питания мужских и женских растений конопли // Л.Г. Добрунов // Тр. ВНИИ конопли. – 1935. – С. 119–125.
- [5] Tibeau, M. E. Time factor in utilization of mineral nutrients by hemp / M.E Tibeau // Plant Physiol. – 1936, – P. 731–734.
- [6] Аринштейн, А.И. Селекция однодомной конопли и выявление условий, способствующих проявлению однодомности / А.И. Аринштейн, З.Г. Лосева // Тр. по прикл. ботанике, генетике, селекции. М., – 1958. – С: 201–210.
- [7] Mohan Ram, H. Y. Induction of female flowers on male plants of Cannabis sativa by 2-chloroethane phosphonic acid / H. Y. Mohan Ram, V.S. Jaiswal // Experientia. – 1970. – P. 214–216.
- [8] Давидян, Г.Г. Индуцирование женских цветков на мужских растениях конопли под влиянием этрела / Г.Г. Давидян, Л.Т. Румянцева // Вести с.-х. науки. – 1974. – С: 49–51.
- [9] Анисимов, В.В. Фотопериодизм конопли (Cannabis sativa L.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: АФН. – 1966. – 24с.
- [10] Анисимов, В.В. Реакция растений конопли на фотопериодическое воздействие / В.В. Анисимов // Сб. тр. аспирантов и молодых научных сотрудников. Л.: ВИР. – 1967. т. 8, – С. 207–212.
- [11] Nelson, C.N. Growth responses of hemp to differential soil and air temperatures / C.N. Nelson // Plant Physiology. – 1944. – P. 295–297.
- [12] Heslop-Harrison, J. Sexuality in agriosperms. In: Plant Physiology – A treatise / Ed. Steward F.C. N. Y. // Acad. press. – 1972. – P. 133–289.
- [13] Гришко, Н.Н. Проблема пола у конопли / Н.Н. Гришко // Тр. ВНИИ конопли. Киев. – 1935. – С. 197–241.
- [14] Давидян, Г.Г. Рост и развитие конопли в зависимости от условий освещения / Г.Г. Давидян // Агробиология. – 1963, № 6. – С. 922–925.
- [15] Давидян, Г.Г. Влияние гиббереллина на рост, развитие и формирование пола у конопли / Г.Г. Давидян // С.-х. биология. – 1967, № 1. – С. 90–94.
- [16] Мигаль, Н.Д. Изучение процессов формирования пола у конопли. / Н.Д. Мигаль, А.И. Жатов // С.-х. биология. – 1969, № 3. – С. 387–393.
- [17] Хрянин, В.Н. Влияние длины дня на сексуализацию конопли и шпината. / В.Н. Хрянин, М.Х. Чайлахян // Докл. АН АрмССР. – 1977, № 3. – С. 186–191.
- [18] Левченко, В.И. Изменение в морфологии цветка конопли под влиянием укороченного дня и травматических повреждений / В.И. Левченко // Тр. ВНИИ конопли. – 1937, вып. 5. – С. 109–124.
- [19] Сафарова, С.А. Некоторые данные по изучению органогенеза конопли, выращенной в условиях Московской области / С.А. Сафарова // Морфогенез растений. М.: Изд-во МГУ. – 1961, т. 2. – С. 121–125.
- [20] Сайтов, М.М. К вопросу о двудомности конопли / М.М. Сайтов // Тр. Казан. СХИ им. Горького. – 1964: – С. 73–77.
- [21] Vergely, E. Der Einfluss von Kurztag und Langtag und von Chemikalien auf die geschlechtsausprägung und den Wuchstyp des Hanfes (Cannabis sativa L.) / E. Vergely, I. Barthelmess, W. Hoffmann // Ztschr. Pflanzen., – 1967, № ½. – P. 26–57.
- [22] Atal, C.K. Sex reversal in hemp by application of gibberellin / C.K. Atal // Current Sci., – 1959, № 10. – P. 408–409.



- [23] Жуков, М.С. Влияние гиббереллина на рост и развитие конопли / М.С. Жуков, М.М. Сажко // Возделывание и первичная обработка конопли. Харьков.– 1961.–С. 83–88.
- [24] Горшков, П.А. Влияние азотного питания на проявление однодомности и на образование половых типов у однодомной конопли / П.А. Горшков, М.М. Сажко // Агрехимия.– 1964, № 7.–С. 23–24.
- [25] Köhler, D. Veränderung des Geschlechts von Cannabis sativa durch Gibberelinsäure / D. Köhler // Ber. Dtsch. bot. Ges.– 1964, № 7.–P. 275–281.
- [26] Жуков, М.С. Влияние гиббереллина на рост, урожай и технические качества конопли / М.С. Жуков, М.Х. Чайлахян, В.Г. Кочанков, М.М. Сажко // Гиббереллины и их действие на растения. М. Изд-во АН СССР.– 1963.–С. 261–269.
- [27] Кутузова, С.Н. Влияние гиббереллина на рост, развитие и пол конопли: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ЛГУ.– 1969.– 24с.
- [28] Давидян, Г.Г. К вопросу об изучении органогенеза конопли (*Cannabis sativa* L.) / Г.Г. Давидян, С.Н. Кутузова // Бюл. ВИР.– 1970, № 15.–С. 69–73.
- [29] Mohan Ram, H.Y. Induction of male flowers of female plants of *Cannabis sativa* by gibberellin and its inhibition by abscisic acid / H.Y. Mohan Ram, V.S. Jaiswal // Planta.– 1972, № 4.–P. 263–266.
- [30] Jaiswal, V.S. Inhibition of GA<sub>3</sub> induced extension growth and male flower formation in female plants of *Cannabis sativa* by cycloheximide / Jaiswal V.S., H.Y. Mohan // Ram Curr. Sci. (India).– 1974, № 24.–P. 800–801.
- [31] Хрянин, В.Н. Содержание эндогенных регуляторов в листьях конопли / В.Н. Хрянин // Биол. науки.– 1975, № 5.–С. 76–79.
- [32] Хрянин, В.Н. Влияние гиббереллина на дифференциацию стеблевых апексов конопли / В.Н. Хрянин, Э.Л. Миляева // Докл. АН СССР.– 1977, № 4.–С. 982–984.
- [33] Кулаева, О.Н. Цитокинины, их структура и функции: Автореф. дис. канд. биол. наук, ТСХА–М 1993. 33 с.
- [34] Engelbrecht, L. Differences in the development of male and female hemp plants in relation to hormonal regulation / L. Engelbrecht // Pr. Inst. sadown. Skiern.– 1973, № 3.–P. 389–397.
- [35] Муромцев, Г.С. Некоторые антигиббереллиновые эффекты хлорхолинхлорида. / Г.С. Муромцев, В.Н. Хрянин // С.–х. биология.– 1974, № 1.–С. 57–60.
- [36] Солдатов, С.А. Влияние селената натрия на фитогормональный статус и проявление пола у двудомных растений конопли / С.А. Солдатов, В.Н. Хрянин // Докл. Росс. ак. с.–х. наук.– 2006, № 2.–С. 13–16.
- [37] Heslop-Harrison, J. The experimental modification of sex expression of flowering plants / J. Heslop-Harrison // Biol. Rev.– 1957.–P. 38–90.
- [38] Heslop-Harrison, J. Sex expression of flowering plant. Meristem and differentiation / J. Heslop-Harrison // Brookhaven Symp. Boil.– 1963.–P: 109–125.
- [39] Atsmon, D. The interaction of genetic, environmental and hormonal factors in stem elongation and floral development of cucumber plants / D. Atsmon // Ann. Bot.– 1968, № 128.–P. 877–882.
- [40] Pharis, R.P. Gibberellins their potential uses in forestry / R.P. Pharis, S.D. Ross // Outlook Agr.– 1976, № 2.–P. 82–87.
- [41] Rudich, J. Involvement of abscisic acid in the regulation of sex expression in the cucumber / J. Rudich, A.Н. Halevy // Plant and Cell Physiol.– 1974.–P. 635–637.
- [42] Rudich, J. Ethylene evolution from cucumber plants related to sex expression / J. Rudich, A.Н. Halevy, N. Kedar // Plant Physiol.– 1972.–P. 998–999.
- [43] Хрянин, В.Н. Действие фитогормонов на содержание каннабиноидов у различных сортов конопли / В.Н. Хрянин, О.Н. Зеленина, М.А. Пятин // Мат. докладов VII Съезда Общества физиологов растений «Физиология растений фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий 4–10 июля 2011 г. Нижний Новгород. Часть II/ Нижний Новгород.– 2011.–С. 733–734.
- [44] Хрянин, В.Н. Влияние регуляторов роста на содержание каннабиноидов и хозяйственно ценные признаки однодомной конопли / В.Н. Хрянин, В.А. Серков // Фундаментальные и прикладные проблемы современной экспериментальной биологии растений: мат. науч. конф. 23–27 ноября 2015 г.–ИФР РАН. М.:–С. 699–702.
- [45] 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.– Пенза: ПГУ, № 3.– 2015.–С. 42–53.
- [46] Серков, В.А. Влияние регуляторов роста растений на морфофизиологические показатели и урожайность конопли посевной в лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Серков, В.Н. Хрянин, Л.В. Климова // Известия ТСХА. Вып. 6.– 2016.–С. 73–85.

## THE PROBLEM OF REGULATION OF THE PROCESS OF SEXUAL DIFFERENTIATION OF INDUSTRIAL CANNABIS PLANTS

*Serkov V.A., Khryanin V.N., Zelenina O.N.*

---

Retrospective analysis of the impact of environmental factors and exogenous phytohormones on the formation of the sexual status of cannabis plants was made. The most obvious effect show the level of mineral nutrition, temperature and daylength. The increasing feminization contribute to ensuring a high nitrogen, low background temperatures, reduction of daylight hours. A significant role in the expression of regulatory mechanisms of sexual differentiation also play auxins, cytokinins, gibberellins, abscisic acid and ethylene. Gibberellins have shifted the sex ratio towards the increase of male flowers and plants, cytokinins and auxins stimulated the strengthening of the signs of female education and female individuals. Abscisic acid and ethylene showed a feminizing effect. Sodium selenate contributed to an increase in female sexualization.

**Keywords:** *cannabis sativa, plant growth regulators, auxin, cytokinin, gibberellin, abscisic acid, chlorthalidone, sodium selenite.*

---

### References

- [1] Stepanov, G.S. Atlas-a determinant of sexual types of cannabis plants/ G.S. Stepanov, A.P. Fadeev, Romanova // Chuvash research Institute of agriculture. Cheboksary.– 2011.– 164 p.
- [2] Eliseeva, L.V. Morphological and biochemical properties of seeds the main sexual types of monoecious cannabis varieties Diana / L.V. Eliseeva, G.S. Stepanov, A.I. Kuznetsov // Advances and prospects of breeding and seed production of agricultural crops. Materialy Vseros. scientific.–practice. Conf. Penza– 1999.–P. 160–163.
- [3] Dobrunov, L. G. Peculiarities of mineral nutrition of cannabis / L. G. Dobrunov // Proc. Research Institute of cannabis.– 1935.–P. 85–119.
- [4] Dobrunov, L. G. peculiarities of the growth and mineral nutrition of male and female cannabis plants / / L. G. Dobrunov // Proc. Research Institute of cannabis.– 1935.–Pp. 119–125.
- [5] Tibeau, M. E. Time factor in utilization of mineral nutrients by hemp / M. E Tibeau // Plant Physiol.– 1936.– P. 731–734.
- [6] Arinsein, A. I. Breeding of monoecious hemp and identifying the conditions conducive to the manifestation of onedomestic / A. I. Arenstein, Z. G. Losev, Proc. at PM. botany, genetics, breeding. M., in 1958.–From: 201–210.
- [7] Mohan Ram, H. Y. Induction of female flowers on male plants of Cannabis sativa by 2-chloroethane phosphonic acid / H. Y. Mohan Ram, V. S. Jaiswal // Experientia.– 1970.–P. 214–216.
- [8] Davidyan, G. G.: Induction of female flowers on male plants of cannabis under the influence etree / G. G. Davidyan, L. T. Romyantseva // Keep agricultural science.– 1974.–: 49–51.
- [9] Anisimov, V. V. Photoperiodism hemp (cannabis sativa L.): abstract. dis. kand. Biol. Sciences. L.: AFS.– 1966.– 24s.
- [10] Anisimov, V. V. Reaction of the hemp plant to the photoperiodic effect / V. V. Anisimov // Proc. Tr. graduate students and young researchers. Leningrad: VIR.– 1967. vol. 8.–Pp. 207–212.
- [11] Nelson, C. N. Growth responses of hemp to differential soll end air temperatures / C. N. Nelson // Plant Physiology.– 1944.–P. 295–297.
- [12] Heslop-Harrison, J. Sexuality in agriosperms. In: Plant Physiology–A treatise / Ed. Steward F. C. N. Y.// In: Acad. press.– 1972.–R. 133–289.
- [13] Grichko, N. N. The problem of sex in hemp / N. N. Grichko // Proc. Research Institute of cannabis. Kiev.– 1935.–P. 197–241.
- [14] Davidyan, H. H. the Growth and development of hemp depending on lighting conditions / G. G. Davidyan // agrobio-wise.– 1963, No. 6.–Pp. 922–925.
- [15] Davidyan, G. G. Effect of gibberellin on the growth, development and formation of sex in hemp / G. G. Davidyan // agricultural biology.– 1967, No. 1.–P. 90–94.
- [16] Migal, N. D. The study of the processes of the formation of sex in hemp. / N. D. Migal, it was A. I. // agricultural biology.– 1969, No. 3.–P. 387–393.
- [17] Khryanin, V. N. The effect of length of day on the sexualization of hemp and spinach. / V. N. Khryanin, M. H., Challahan, Dokl. Academy of Sciences of the Armenian SSR.– 1977, No. 3.–P. 186–191.

- [18] Levchenko, V.I. Change in the morphology of the flower of cannabis is influenced by a shortened day and traumati-related injuries / V.I. Levchenko, Proc. Research Institute of cannabis.– 1937, vol. 5.–S. 109–124.
- [19] Safarova, S.A. Some of the data for the study of organogenesis of cannabis grown in the Moscow region / S.A. Safarov // Morphogenesis of plants. M.: Publishing house of Moscow state University.– 1961, vol. 2.–S. 121–125.
- [20] Saitov, M.M. To the question of dioecious of cannabis sativa / M. Kazan Proc. research Institute of agriculture. Gorky.– 1964:–P. 73–77.
- [21] Vergely, E. Der Einfluss von und Kurzung Langtag und von Chemikalien auf die geschlechtsausprägung und den des Hanfes Wuchstyp (Cannabis sativa L.) / E. Vergely, I. Barthelmess, W. Hoffmann // Ztschr. Pflanzen.,– 1967, No.½.–P. 26–57.
- [22] Atal, C.K. Sex reversal in hemp by application of gibberellin / Atal C.K. // Current Sci.,– 1959, No. 10.– P. 408–409.
- [23] Zhukov, M. S. Effect of gibberellin on the growth and development of cannabis / M. S. Zhukov, M. M. Sazhko // Otdely-tion and primary processing of hemp. Kharkov.– 1961.–S. 83–88.
- [24] Gorshkov, P.A. Effect of nitrogen nutrition on the manifestation of Monoecious and education of the genital types from monoecious hemp / P.A. Gorshkov, M. Sazhko // Agrochemistry.– 1964, No. 7.–Pp. 23–24.
- [25] Köhler, D. Veränderung des Geschlechts von Cannabis sativa durch Gibberelinsäure / D. Köhler // Ber. Dtsch. bot. Ges.– 1964, No. 7.–P. 275–281.
- [26] Zhukov, M. S. Effect of gibberellin on growth, yield and quality of hemp / M. S. Zhukov, M. H., Callahan, V.G. Kochenkov, M. Sazhko // Gibberellins and their action on plants. M. publishing house of the USSR Academy of Sciences.– 1963.–P. 261–269.
- [27] Kutuzova, S.N. The effect of gibberellin on the growth, development, and gender cannabis: abstract. dis. kand. Biol. Sciences. L.: Leningrad state University.– 1969.– 24s.
- [28] Davidyan, G. G. on the study of organogenesis of cannabis (Cannabis sativa L.) / G. G. Davidyan, S. N. Ku-^ // bull. VIR.– 1970, No. 15.–P. 69–73.
- [29] Mohan Ram, H.Y. Induction of male flowers of female plants of Cannabis sativa by gibberellin and its inhibition by abscidic acid / H. Y. Mohan Ram, V. S. Jaiswal // Planta. In 1972, № 4,–P. 263–266.
- [30] Jaiswal, V. S. Inhibition of GA3 induced extension growth and male flower formation in female plants of Cannabis sativa by cycloheximide / Jaiswal V.S., H. Y Mohan // Ram Curr. Sci. (India).– 1974, No. 24.– R800–801.
- [31] Khryanin, V.N. The content of endogenous regulators in the leaves of the cannabis / V.N. Khryanin // Biol. of science, 1975, No. 5.–Pp. 76–79.
- [32] Khryanin, V.N. The effect of gibberellin on the differentiation of stem apexes of hemp / V.N. Khryanin, E. L. Milyaeva, Dokl. USSR ACADEMY OF SCIENCES.– 1977, № 4.–P. 982–984.
- [33] Kulaeva, O. N. Cytokinins, their structure and functions: abstract. dis. Cand. Biol. Sciences, TAA–M 1993. 33 C.
- [34] Engelbrecht, L. Differences in the development of male and female hemp plants in relation to hormonal regulation / L. Engelbrecht // Pr. Inst. sadown. Skiern.– 1973, № 3.–P. 389–397.
- [35] Muromtsev, G.S. Some antihyperlipidemia effects chloraminated. / G.S. Muromtsev, V.N. Khryanin // agricultural biology.– 1974, No. 1.–P. 57–60.
- [36] Soldatov, S.A. Effect of sodium selenate on the phytohormonal status and sex expression of Dioecious of cannabis plants / A. S. Soldatov, V.N. Khryanin, Dokl. Ross. AK. of agricultural Sciences.– 2006, № 2.– P. 13–16.
- [37] Heslop-Harrison, J. The experimental modification of sex expression of flowering plants / J. Heslop-Harrison // Biol. Rev.– 1957.–R. 38–90.
- [38] Heslop-Harrison, J. Sex expression of flowering plant. Meristem and differentiation / J. Heslop-Harrison // Brookhaven Symp. Boil.– 1963.–R: 109–125.
- [39] Atsmon, D. The interaction of genetic, environmental and hormonal factors in stem elongation and floral development of cucumber plants / D. Atsmon // Ann. Bot.– 1968, No. 128.–P. 877–882.
- [40] Pharis, R. P. Gibberellins their potential uses in forestry / R. P. Pharis, S. D. Ross // Outlook Agr. In 1976, No. 2.–P. 82–87.
- [41] Rudich, J. Involvement of abscisic acid in the regulation of sex expression in the cucumber / J. Rudich, Halevy A. H. // Plant and Cell Physiol.– 1974.–R. 635–637.
- [42] Rudich, J. Ethylene evolution from cucumber plants related to sex expression / J. Rudich, A. H. Halevy, and N. Kedar // Plant Physiol.– 1972.–R. 998–999.
- [43] Khryanin, V.N. Effect of phytohormones on the content of cannabinoids in different cannabis strains / V.N. Khryanin, O.N. Zelenina, M.A. Pyatin // Mat. reports of the VII Congress of the Society of plant physiologists, «plant Physiology fundamental basis of ecology and innovative biotechnology 4–10 July 2011 Nizhny Novgorod. Part II/ Nizhniy Novgorod.– 2011.–P. 733–734. Khryanin, V.N. Effect of growth regulators on the content of cannabinoids and valuable when signs

monoecious hemp / V.N. Khryanin, V.A. Serkov // Fundamental and applied problems of modern experimental biology of plants: materials. scientific. Conf. 23–27 Nov 2015-Institute of plant physiology RAS. M.: –P. 699–702.

- [44] Serkov, V.A. Influence of growth regulators on the expression of gender and the formation of a complex of economically useful traits in plants monoecious hemp / V.A. Serkov, V.N. Khryanin, V.L. Klimov // proceedings of higher educational institutions. Povolzhskiy region. Natural science.–Penza: PGU, No. 3.–2015.–S. 42 to 53.
- [45] Serkov, V.A. Effect of plant growth regulators on morpho-physiological indices and harvest-ness of hemp seed in the forest-steppe of the Middle Volga region / V.A. Serkov, V.N. Khryanin, V.L. Klimova // news tsh. no. 6.–2016.–p. 73–85.