

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛТОСТЕБЕЛЬНОЙ КОНОПЛИ

В. Л. Дмитриев, Л. Г. Шашкаров, А. Г. Ложкин
Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В последнее время зарубежными и отечественными селекционерами выведены сорта желтостебельной конопли, при возделывании которых возлагают надежды на решение некоторых проблем улучшения качества коноплепродукции. В результате исследований нами установлено, что основное отличие желтостебельной конопли от обычной заключается в различном количестве хлорофилла «а», «в» и каротиноидов в растениях. Содержание фотохромов на протяжении всего периода вегетации в желтостебельной конопле было ниже по сравнению с контролем на 38%. В динамике накопления пигментов в жёлтой и зелёной конопле отмечен параллелизм, но с той лишь разницей, что в контроле их накапливается больше. Максимальное накопление пигментов происходит в фазу начала цветения поскони, которая соответствует периоду наиболее интенсивного роста и формирования репродуктивных органов. Полученные результаты показывают, что спонтанное выщепление жёлтых растений с уменьшенным количеством пигментов на протяжении периода вегетации лежит в основе желтостебельной конопли, как хлорофильного мутанта, отнесённого по существующей номенклатуре. Установлено, что желтостебельная конопля сорта Ингрета в сравнении с зеленостебельной имеет меньший размер листовой поверхности, чистую продуктивность фотосинтеза и содержание пигментов, что оказывает отрицательное влияние на формирование хозяйственно-ценных признаков и изменяет цвет растения.

Ключевые слова: конопля, однодомная, желтостебельная, зеленостебельная, листовая поверхность, фотосинтез, пигменты, чистая продуктивность.

Введение. Среди технических культур видное место занимает конопля [1], [2],[3], [4], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]. В последнее время зарубежными и отечественными селекционерами выведены сорта желтостебельной конопли, при возделывании которых возлагают надежды на решение некоторых проблем улучшения качества коноплепродукции.

В отечественных работах, касающихся ботанической характеристики конопли *Cannabis sativa*, нигде не упоминается о цвете листьев и стеблей, как о характерном признаке, так как подразумевается, что вся конопля имеет зелёный цвет. Вместе с тем известно, что стебли сортов среднерусской конопли в период созревания приобретают желтоватый цвет, степень интенсивности которого больше присуща мужским растениям. Стебли южной конопли остаются зелёными и при наступлении созревания, поэтому отличить между собой сорта в пределах одного типа вообще, и по цвету, в частности, не предоставляется возможным.

В процессе селекционной работы были изучены морфологические особенности желтостебельной конопли. Однако, до сих пор, до конца, не были изучены физиологические особенности желтостебельной конопли, и не была установлена их связь с продуктивностью, по сравнению с обычной коноплей.

На основе этого нами была поставлена задача – провести сравнительное изучение по фазам роста и развития динамики накопления пигментов, сухого вещества в растении конопли, а также определить чистую продуктивность фотосинтеза.

Материалы и методы. В целях выяснения физиологических особенностей желтостебельной конопли по сравнению с зеленостебельной нами в 2019-2021 годах проводились исследования в УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Для выполнения поставленной задачи посев желтостебельной конопли сорта Ингрета и зеленостебельной Диана (контроль) проводился в полевых условиях в оценочном питомнике с площадью питания растений 30x5 см на фоне N₁₂₀P₉₀K₉₀ кг действующего вещества [5]. В течение всей вегетации по основным фазам роста и развития определяли высоту, сухой вес и площадь питания листьев растений.

Измерение концентрации пигментов проводили по Ветштейну в 4-6 кратной повторности с минимальным разрывом во времени. Рассчитывали также следующие фотосинтетические показатели: чистую продуктивность фотосинтеза (количество граммов абсолютно сухого вещества, созданного одним квадратным метром листьев в сутки), коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза, показывающий, какую часть от общего биологического урожая растение использует для образования хозяйственно-ценной части (волокна).

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований нами установлено то, что, основное отличие желтостебельной конопли от обычной заключается в различном количестве хлорофилла «а», «в» и каротиноидов в растениях (таблица). Содержание фотохромов на протяжении всего периода вегетации в желтостебельной конопле было ниже по сравнению с контролем на 38%. В динамике накопления пигментов в жёлтой и зелёной конопле отмечен параллелизм, но с той лишь разницей, что в контроле их накапливается больше. Максимальное накопление пигментов происходит в фазу начала цветения поскони, которая

соответствует периоду наиболее интенсивного роста и формирования репродуктивных органов. Однако отношение хлорофилла «а» к хлорофиллу «в» в желтостебельной и зеленостебельной конопле в онтогенезе является одинаковым и составляет 2,6-3,6. Показатели отношения хлорофилла (а+в) к каротиноидам у желтостебельной конопки выше по сравнению с контролем и изменяются от 1,4 до 4,3, тогда как у последнего – от 3,2-4,5. Полученные результаты показывают, что спонтанное выщепление жёлтых растений с уменьшенным количеством пигментов на протяжении периода вегетации лежит в основе желтостебельной конопки, как хлорофильного мутанта, отнесённого по существующей номенклатуре Корренса для обозначения различных степеней обесцвечивания растений к типу Semi-chlorina.

Приведённые данные о содержании фитохромов в растениях зелёной и желтой конопки подтверждают, что окраска растений стебля и листьев определяется общим их количеством в растении, а не соотношением между содержанием в них хлорофиллов и каротиноидов: чем меньше хлорофилла в растении, тем оно больше обесцвечено. Во все фазы роста и развития содержание хлорофилла «а», «в» и каротиноидов в желтостебельной конопле было незначительным и как следствие этого наблюдается появление жёлтой окраски растения.

Наблюдения за ростом и развитием желтостебельной и зеленостебельной конопки показали, что мутантные растения заметно отстают в росте и накоплении сухих веществ. Это вызвано тем, что исследуемые растения отличаются меньшей площадью листовой поверхности и содержанием хлорофилла, а также меньшей чистой продуктивностью фотосинтеза.

Полученные нами данные дают основание полагать, что продуктивность конопки зависит от содержания в ней зелёных пигментов и находится в прямой зависимости от них.

Измерение величины ассимиляционной поверхности показало определённую картину изменения её показателей у желтостебельной и зеленостебельной конопки. С момента всходов и до фазы отцветания поскони площадь листьев у обоих изучаемых образцов конопки возрастала, однако на контроле она была на 9% больше, чем во все периоды роста. После достижения максимума начинается сокращение листовой поверхности за счёт отмирания старых листьев. Значительное возрастание листовой поверхности у конопки совпадает с периодом наиболее интенсивного ее роста (от начала бутонизации до начала цветения поскони). В этот период прирост конопки в высоту и накопление сухой массы увеличивается приблизительно в два раза. Ассимиляционная поверхность листьев возрастает в это время в два раза.

Исследованиями установлено, что чистая продуктивность фотосинтеза конопки в течение вегетации меняется в довольно значительных пределах: от 4 до 13 г/мг в сутки и зависит от сорта и фазы развития конопки. Отмечено, что сорт конопки Диана зеленостебельная активнее реагирует на изменение интенсивности освещения, температуры и влажности. Он в течение вегетации, как правило, имеет более высокий, на 13%, показатель чистой продуктивности фотосинтеза растений по сравнению с сортом Ингрета желтостебельной конопки.

Как желтостебельные растения, так и контрольные в течение онтогенеза на образование волокна используют одинаковую часть, около 19%, всего вещества, образовавшегося в процессе фотосинтеза.

Таблица – Основные показатели желтостебельной конопки сорта Ингрета по сравнению с обычной коноплей

Показатели	Фаза роста и развития конопки									
	три пары листьев		начало бутонизации		начало цветения поскони		отцветание поскони		созревание семян	
	желтая	зеленая	желтая	зеленая	желтая	зеленая	желтая	зеленая	желтая	зеленая
Содержание хлорофилла, мг/г сухого вещества	1,48	1,93	2,30	2,93	2,83	3,66	1,83	3,33	0,29	1,51
Содержание каротиноидов, мг/г сырого вещества	0,41	0,48	0,62	0,75	0,65	0,94	0,49	0,75	0,21	0,47
Площадь листьев, см ² на 1 растение	73,6	81,5	669,0	729,5	1257,8	1414,2	1692,9	1937,8	1774,8	1351,6
Высота растений, см	7,9	9,3	85,1	95,6	155,4	167,6	215,2	225,8	227,6	234,0
Масса волокна, г на 1 растение	-	-	0,78	1,01	2,24	3,04	6,92	9,65	10,78	14,27

Тем самым, у этих форм в равной степени высокий и одинаковый относительный показатель содержания волокна в растении, хотя абсолютные величины (вес стебля и вес волокна) различаются между собой. Самый высокий коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза у изучаемых образцов приходится на период наиболее интенсивного роста конопли и превышает 30%.

Выводы. Таким образом, в онтогенезе изучаемая желтостебельная конопля, в сравнении с зеленостебельной, имеет несколько меньший размер листовой поверхности, а также отличается чистой продуктивностью фотосинтеза и содержанием пигментов, что в конечном итоге оказывает существенное влияние на формирование хозяйственно-ценных признаков.

Литература

1. Вировец, В. Г. Конопля – культура XXI века / В. Г. Вировец, И. М. Лайко // Аграрная наука. – 1999. – № 11. – С. 5-7.
2. Григорьев, С. В. Перспективы культуры конопли в России / С. В. Григорьев // Легпромбизнес. 2004. № 9. – С. 34-37.
3. Димитриев, В. Л. Влияние минеральных удобрений на урожай однодомной безгашишной конопли сорта Диана / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, И. П. Елисеев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(60). – С. 21-26. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-60-4-21-27. – EDN JXNKIV.
4. Димитриев, В. Л. Перспективные направления развития селекции безгашишных сортов среднерусской конопли / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. Г. Ложкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 81-85. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-81-85. – EDN KAQUCX.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 351 с.
6. Масличные культуры (характеристика качества масла по составу и содержанию жирных кислот) / Ермаков, А. И., Давидян Г. Г., Ярош Н. П. [и др.] // Каталог. Мировая коллекция ВИР – Ленинград, 1982. – Вып. 337.
7. Романенко, А. А. Конопля на Кубани / А. А. Романенко // Селекция против наркотиков : материалы международной научной конференции, посвященной проблемам растений, содержащих наркотические вещества. КНИИСХ. – Краснодар, 2004. – С. 3-7.
8. Сенченко, Г. И. Конопля / Г. И. Сенченко, М. А. Тимонин. – Москва : Колос, 1978. – С. 288.
9. Степанов, Г. С. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романова. – Цивильск : Чувашский НИИСХ, 2005. – 39 с.
10. Степанов, Г. С. Генетическая детерминированная разнокачественность репродуктивных органов у основных половых типов однодомной конопли / Г. С. Степанов // Труды Чувашского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – Цивильск, 2000. – Том 1 (6). – С. 85-93.
11. Степанов, Г. С. Ресурсный потенциал конопли и пути его эффективного использования / Г. С. Степанов // Материалы региональной научно-практической конференции (24–25 октября 1997г.). – Чебоксары, 1998. – С.47-48.
12. Степанов, Г. С. О системе семеноводства безнаркотических сортов однодомной конопли / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романова // Аграрная наука Евро – Северо – Востока. Киров, 2005. – №7. – С. 32-35.
13. Conrad, C 1997 Hemp for Health: the medical and nutritional uses of Cannabis sativa (Rochester VT US: Healing Art Press).
14. Deferne, J L and Pate D W Hemp seed oil a source of valuable essential fatty acids J. Int. Hemp Ass. 3(1) 4-7.
15. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber / V. L. Dimitriev, A. E. Makushev, O. V. Kayukova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 42038. – DOI 10.1088/1755-1315/677/4/042038. – EDN BUDVMF.

Сведения об авторах

1. **Димитриев Владислав Львович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, тел. 89030662987;

2. **Шашкаров Леонид Геннадьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, тел. 89379581220;

3. **Ложкин Александр Геннадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет; 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29, Чувашская Республика, Россия; e-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru, тел. 89278629681.

PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF YELLOW-STEMMED HEMP

V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, A. G. Lozhkin

Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. Recently, foreign and domestic breeders have bred varieties of yellow-stemmed hemp, in the cultivation of which they pin hopes on solving some problems of improving the quality of hemp products. As a result of research, we found that the main difference between yellow-stemmed hemp and ordinary hemp lies in the different amounts of chlorophyll "a", "b" and carotenoids in plants. The content of photochromes throughout the entire growing season in yellow-stemmed hemp was 38% lower than in the control. In the dynamics of pigment accumulation in yellow and green hemp, parallelism was noted, but with the only difference that they accumulate more in the control. The maximum accumulation of pigments occurs in the early flowering phase, which corresponds to the period of the most intensive growth and formation of the reproductive organs. The results obtained show that the spontaneous shedding of yellow plants with a reduced amount of pigments during the growing season underlies the yellow stem cannabis as a chlorophyll mutant classified according to the existing nomenclature. It has been established that the yellow-stemmed hemp of the Ingreda variety, in comparison with the green-stemmed hemp, has a smaller leaf area, a net productivity of photosynthesis and the content of pigments, which has a negative effect on the formation of economically valuable traits and changes the color of the plant.

Key words: hemp, monoecious, yellow stemmed, green stemmed, leaf surface, photosynthesis, pigments, net productivity.

References

1. Virovec, V. G. Konoplya – kul'tura HKHI veka / V. G. Virovec, I. M. Lajko // Agrarnaya nauka. – 1999. – № 11. – S. 5-7.
2. Grigor'ev, S. V. Perspektivy kul'tury konopli v Rossii / S. V. Grigor'ev // Legprombiznes. 2004. № 9. – S. 34-37.
3. Dimitriev, V. L. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhaj odnodomnoj bezgashishnoj konopli sorta Diana / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, I. P. Eliseev // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 4(60). – S. 21-26. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-60-4-21-27. – EDN JXNKIV.
4. Dimitriev, V. L. Perspektivnye napravleniya razvitiya selekcii bezgashishnyh sortov srednerusskoj konopli / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, A. G. Lozhkin // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2021. – № 1(53). – S. 81-85. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-1-81-85. – EDN KAQUCX.
5. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta. – Moskva : Agropromizdat, 1987. – 351 s.
6. Maslichnye kul'tury (harakteristika kachestva masla po sostavu i sodержaniyu zhirnyh kislot) / Ermakov, A. I., Davidyan G. G., YArosh N. P. [i dr.] // Katalog. Mirovaya kollekcija VIR – Leningrad, 1982. – Vyp. 337.
7. Romanenko, A. A. Konoplya na Kubani / A. A. Romanenko // Selekcija protiv narkotikov : materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konfrentcii, posvyashchennoj problemam rastenij, sodержashchih narkoticheskie veshchestva. KNIISKH. – Krasnodar, 2004. – S. 3-7.
8. Senchenko, G. I. Konoplya / G. I. Senchenko, M. A. Timonin. – Moskva : Kolos, 1978. – S. 288.
9. Stepanov, G. S. Beznarkoticheskie sorta konopli dlya adaptivnoj tekhnologii vozdelevaniya / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova. – Civil'sk : CHuvashskij NIISKH, 2005. – 39s.
10. Stepanov, G. S. Geneticheskaya determinirovannaya raznokachestvennost' reproduktivnyh organov u osnovnyh polovyh tipov odnodomnoj konopli / G. S. Stepanov // Trudy CHuvashskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo hozyajstva. – Civil'sk, 2000. – Tom 1 (6). – S. 85-93.
11. Stepanov, G. S. Resursnyj potencial konopli i puti ego effektivnogo ispol'zovaniya / G. S. Stepanov // Materialy regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (24–25 oktyabrya 1997g.). – CHEboksary, 1998. – S.47-48.
12. Stepanov, G. S. O sisteme semenovodstva beznarkoticheskikh sortov odnodomnoj konopli / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova // Agrarnaya nauka Evro – Severo – Vostoka. Kirov, 2005. – №7. – S. 32-35.
13. Conrad, C 1997 Hemp for Health: the medical and nutritional uses of Cannabis sativa (Rochester VT US: Healing Art Press).
14. Deferne, J L and Pate D W Hemp seed oil a source of valuable essential fatty acids J. Int. Hemp Ass. 3(1) 4-7.
15. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber / V. L. Dimitriev, A. E. Makushev, O. V. Kayukova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 noyabrya 2020 goda / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 42038. – DOI 10.1088/1755-1315/677/4/042038. – EDN BUDVMF.

Information about authors

1. **Dimitriev Vladislav Lvovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: dimitrieff.vladislav@yandex.ru, tel. 89030662987;

2. **Shashkarov Leonid Gennadievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, tel. 89379581220;

3. **Lozhkin Alexander Gennadievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Growing, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29, Chuvash Republic, Russia; e-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru, tel. 89278629681.

УДК 632.4:633.791

DOI:

**ИНТРОДУКЦИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ СОРТОВ ХМЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ВОЛГО-ВЯТСКОЙ ЗОНЫ**

А. В. Коротков, З. П. Короткова, Н. Н. Пушкаренко
Чувашский государственный аграрный университет,
428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. В статье дана оценка зарубежных сортов хмеля для использования в качестве генетически разнообразного исходного материала в селекционной работе. В условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны подбор сортообразцов хмеля проводился по следующим признакам: продолжительность межфазных периодов растений, содержание горьких веществ, эфирных масел, органолептические показатели (ароматы). Изучены сорта хмеля зарубежной селекции из Чехии, Германии, США, Польши и Японии по фенологическим и морфологическим признакам. Проведены наблюдения по фазам развития хмеля. Охарактеризованы его основные морфологические и хозяйственно ценные признаки. Определена длина вегетационного периода, урожайность и содержание альфа-кислоты в шишках хмеля. Установлено, что зарубежные сорта хмеля в наших условиях не обеспечивают высокого уровня содержания альфа-кислоты. Из-за короткого периода вегетации и недостаточного количества суммы эффективных температур в течение вегетации сорта, набирающие за рубежом до 15 - 18 % альфа-кислот, в наших условиях добывают лишь до 8-10 %. Однако, они могут являться хорошими генетическими источниками для селекционной работы. В качестве селекционных признаков продуктивности сортообразцов рассмотрены размеры, количество, высота формирования шишек на стебле, а так же качество, определяющее его отношение к содержанию горьких веществ и эфирных масел к определенному типу. Исследованные сортообразцы хмеля характеризуются высокой продуктивностью, урожайность сухого хмеля составила 30 ц/га и выше, содержание альфа-кислот зависит от характерных признаков сорта (у среднеспелых – 3,2-4,4 %, среднепоздних – 4,6-5,7 %, позднепелых – 5,6-8,9 %). Некоторые сортообразцы имели специфические ароматы: цитрусовый, цветочный, смородиновый. Интродукция зарубежных сортов хмеля позволит решить вопросы обеспечения пивоваренным компаниям ассортиментом сортов необходимого качества.

Ключевые слова: хмель обыкновенный, зарубежные сорта, морфологические признаки, вегетационный период, семена, общие смолы, эфирные масла.

Введение. Использование генетически разнообразного исходного материала и современных методов селекции позволят создать новые высокопродуктивные сорта хмеля обыкновенного для условий юго-восточной части Волго-Вятской зоны. В наших условиях для получения высокосмолистых сортов хмеля с содержанием альфа-кислот до 10 % для селекционного процесса необходимо использовать зарубежные сортообразцы, имеющие горечь более 15-18 % [1, 2]. Необходимо постоянно вести поиск ценных генотипов среди сортообразцов хмеля для использования в селекции, выявлять сорта, способные сформировать шишки высокого качества в условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны [3].

Интродукция сортов хмеля из одних районов в другие, где ранее этот сорт не выращивался, является одним из успешных методов.

Успешное возделывание хмеля обыкновенного в условиях юго-восточной части Волго-Вятской зоны предполагает создание сортов, сочетающих экологическую устойчивость и высокую продуктивность с определенными качественными показателями [4]. Следовательно, подбор сортообразцов должен проводиться по признаку продолжительности межфазных периодов растений.

Для пивоваренных компаний, занимающихся варкой крафтового пива, следует подобрать сорта хмеля с характерными цитрусовыми и грейпфрутовыми, цветочными и смородиновыми ароматами. Изучены сорта зарубежной селекции из Чехии, Германии, США, Польши и Японии, характеризующиеся определенным