

УДК 633.522:576.372

DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-6-11

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МУЖСКИХ ЦВЕТКОВ И ПЫЛЬЦЫ У СТЕРИЛЬНЫХ И ФЕРТИЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ КОНОПЛИ

Димитриев Владислав Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство, селекция и семеноводство»

Шашкаров Леонид Геннадьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Земледелие, растениеводство, селекция и семеноводство»

Чернов Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Землеустройство, кадастры и экология»

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса 29, тел. 8(8352) 62-23-34, e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru

Ключевые слова: конопля, цветки, пыльники, пыльцевые зерна, стерильные, фертильные

В статье описываются морфологические особенности источников мужской стерильности конопля с признаком осыпающихся бутонов тычиночных цветков. Стерильные мужские цветки отличаются от фертильных меньшим размером цветоножки, бутонов, листочков околоцветника и пыльников. В пыльниках стерильных растений пыльца либо совсем отсутствует, либо образуются стерильные пыльцевые зерна, развитие которых не идет дальше формирования первичного ядра. У абортивных пыльцевых зерен деформирована оболочка, более слабо развиты экзина и поры, в некоторых случаях экзина совершенно отсутствует. Иногда стерильные цветки раскрываются, но пыльники их не раскрываются и не содержат жизнеспособной пыльцы. Размеры всех элементов стерильного мужского цветка всегда меньше, чем у фертильного. Аномалии в развитии стерильной пыльцы конопля колеблются в широких пределах. У одних источников мужской стерильности отклонения от нормы наблюдаются в мейозе, у других – на разных стадиях формирования пыльцы, однако развитие пыльцевых зерен не продвигается дальше образования первичного ядра. Стерильные пыльцевые зерна по величине бывают меньше, одинаковые и большие в сравнении с фертильной пыльцой. У них более слабо развиты экзина и поры, в некоторых случаях экзина совсем отсутствует. К особенностям мужской стерильности конопля, в сравнении с другими растениями, относится; осыпаемость бутонов мужских цветков, отсутствие полустерильных растений и наличие растений, у которых пустые и полупустые стерильные пыльцевые зерна по величине не только уступают, но даже значительно превышают размеры пыльцевых зерен фертильных особей.

Введение

Конопля – типичный ветроопылитель [1 - 8]. Мужские цветки размещаются на небольших веточках, выходящих из пазух листьев на основной оси соцветия и на боковых ветвях. Каждый цветок состоит из цветоножки, пятилистного околоцветника бледно-зеленой окраски и пяти тычинок с длинными светло-желтыми пыльниками и тонкими нитями [9 - 14].

Мужские и женские цветки собраны в соцветия, расположенные в пазухах листьев. Мужское растение представляет собой рыхлую метелку, женское – плотную метелку [15 - 18].

Стерильные растения конопля отличаются от фертильных выравненным размером недоразвитых бутонов мужских цветков, которые в различной степени осыпаются в зависимости от той или иной причины. Осыпаемость бутонов усиливается с возрастом растения, а также

в жаркую и сухую погоду. Чаще всего они опадают зелеными, то есть не потерявшими естественной окраски, реже – засохшими, темно-серыми. Значительная часть бутонов остается на соцветии до конца вегетации растений.

Изучение мужской стерильности, а также морфологических особенностей мужских цветков и пыльцы стерильных растений в сравнении с фертильными, приобретает важное значение в связи с тем, что эти вопросы являются новыми и в то же время представляют не только теоретический, но и практический интерес.

Материалы и методы исследований

В наших исследованиях были использованы три источника мужской стерильности конопли. В 2010-2021 годах в однодомных сортах Диана, Ингрета, Антонио и двудомном сорте Глуховская 10 были обнаружены исходные стерильные растения, которые в дальнейшем послужили родоначальниками линий, поддерживающих в потомстве определенное соотношение стерильных и фертильных (гетерозиготных) особей.

Морфологические признаки мужского цветка конопли изучались визуально и с помощью микроскопа. Цветки анализировались в свежем виде. Пыльца фиксировалась по Карнуа и изучалась на временных ацетокарминовых препаратах. Для определения пыльцевых зерен в одном цветке использовалась методика, основанная на применении счетной камеры Горяева. С целью освобождения пыльцы из пыльников последние обрабатывались концентрированной серной кислотой.

Для установления средних размеров элементов мужского цветка и пыльцы по каждому сорту было проанализировано по пять стерильных и по пять фертильных растений. При этом средняя величина цветоножек, бутонов, листочков околоцветника, тычиночных нитей и пыльников определялась на основании 50 замеров, а пыльцевых зерен – 100 замеров. Среднее количество пыльцевых зерен в одном цветке выводилось путем учета пыльцы в 25 цветках. Среднее число пор определялось в результате анализа ста пыльцевых зерен. По каждому сорту просмотрено по 10 фертильных и по 40 стерильных растений [19,20].

Результаты исследований

Изучаемые нами источники мужской стерильности коноп-

ли не однотипные по степени развития генеративных органов.

Исследования показали, что бутоны мужских цветков развиваются до определенной фазы, а затем рост и развитие их прекращается. У сортов Диана и Глуховская 10 развитие тычиночных цветков останавливается на более ранней стадии, поэтому бутоны у них мелкие. Такие растения можно легко выделить в период массовой бутонизации и начала цветения мужских цветков. У сорта Антонио бутоны большие по величине.

Раскрывшиеся стерильные цветки резко отличаются от фертильных. У первых листочки околоцветника тонкие, бледные, а пыльники светло-желто-зеленые, морщинистые и не раскрывающиеся. Женские цветки у стерильных растений конопли развиваются нормально и дают полноценные семена.

Измерение элементов раскрывшихся мужских цветков у стерильных и фертильных растений свидетельствует о том, что по всем показателям стерильные цветки уступают фертильным (табл. 1-4).

Если у фертильных растений сорта Диана средний размер бутона равен 7,32x3,76 мм, то у стерильных – 4,11x1,75 мм.

Заметно уменьшается размер цветоножки, листочка околоцветника, тычиночной нити и пыльника.

У сорта двудомной конопли Глуховская 10 длина цветоножки оказалась меньше в 6 с лишним раз (1,46 против 9,0 мм). У других источников мужской стерильности конопли закономерность наблюдается также, только разница между фертильными и стерильными цветками значительно сглаживается. Варьирование раз-

Таблица 1
Размер морфологических элементов мужского цветка стерильных и фертильных растений конопли сорта Диана

Признаки цветка	Фертильные растения		Стерильные растения	
	M m, ± мм	V, %	M m, ± мм	V, %
Длина цветоножки	3,64±0,14	27,79	1,14±0,06	35,96
Длина бутона	7,31±0,07	6,84	4,11±0,10	17,52
Ширина бутона	3,76±0,05	9,06	1,75±0,04	15,43
Длина листочка околоцветника	6,76±0,12	12,16	4,05±0,09	14,07
Ширина листочка околоцветника	1,62±0,04	15,42	1,12±0,01	9,00
Длина тычиночной нити	2,14±0,04	14,01	0,83±0,03	21,68
Длина пыльника	5,78±0,06	6,92	4,08±0,09	15,68
Ширина пыльника	1,42±0,02	8,45	0,59±0,01	13,56

Таблица 2
Размер морфологических элементов мужского цветка стерильных и фертильных растений конопли сорта Ингрета

Признаки цветка	Фертильные растения		Стерильные растения	
	M m, ± мм	V, %	M m, ± мм	V, %
Длина цветоножки	3,14±0,10	21,34	2,35±0,11	33,19
Длина бутона	6,46±0,08	7,04	4,66±0,09	13,95
Ширина бутона	3,32±0,04	9,31	2,22±0,03	10,81
Длина листочка околоцветника	5,97±0,07	8,37	4,48±0,06	8,71
Ширина листочка околоцветника	1,42±0,02	11,97	1,07±0,02	14,02
Длина тычиночной нити	1,53±0,03	13,72	1,26±0,05	28,57
Длина пыльника	4,91±0,07	9,36	4,42±0,04	6,78
Ширина пыльника	1,36±0,01	5,15	0,65±0,03	29,23

Таблица 3
Размер морфологических элементов мужского цветка стерильных и фертильных растений конопли сорта Антонио

Признаки цветка	Фертильные растения		Стерильные растения	
	M m, ± мм	V, %	M m, ± мм	V, %
Длина цветоножки	3,56±0,17	33,14	1,68±0,08	34,52
Длина бутона	5,92±0,06	6,76	4,79±0,05	7,93
Ширина бутона	3,58±0,04	8,33	2,50±0,03	9,20
Длина листочка околоцветника	5,54±0,07	8,88	4,59±0,07	10,02
Ширина листочка околоцветника	1,39±0,03	17,27	1,23±0,03	15,44
Длина тычиночной нити	2,15±0,05	15,81	0,99±0,04	25,03
Длина пыльника	5,20±0,05	7,32	4,20±0,05	7,85
Ширина пыльника	1,36±0,01	8,08	0,81±0,13	11,11

Таблица 4
Размер морфологических элементов мужского цветка стерильных и фертильных растений конопли сорта Глуховская 10

Признаки цветка	Фертильные растения		Стерильные растения	
	M m, ± мм	V, %	M m, ± мм	V, %
Длина цветоножки	9,0±0,22	10,0	1,46±0,06	3,82
Длина бутона	6,0±0,04	4,83	3,37±0,06	12,16
Ширина бутона	3,82±0,04	6,81	2,43±0,03	9,05
Длина листочка околоцветника	5,78±0,07	8,13	3,38±0,04	7,99
Ширина листочка околоцветника	1,73±0,04	17,34	1,09±0,01	8,17
Длина тычиночной нити	1,55±0,03	11,61	0,77±0,02	20,77
Длина пыльника	4,78±0,03	4,0	2,90±0,03	8,27
Ширина пыльника	1,52±0,02	9,32	0,68±0,01	8,82

меров элементов мужского цветка у стерильных особей намного выше, чем у фертильных особей того же сорта, что подтверждается показателями коэффициента варьирования.

По количеству пыльцы в цветках конопли между источниками мужской стерильности имеются существенные различия. У сорта Глуховская 10 в среднем на один цветок приходится по 30,5 тыс. пыльцевых зерен, или в 14,7 раза меньше, чем у фертильных форм. Большинство цветков вовсе пустые.

Стерильные цветки у сорта Диана, как правило, пустые. У сорта Ингрета число пыльцевых зерен в стерильных цветках составляет примерно половину количества пыльцы, содержащейся в нормально развитых цветках. По содержанию пыльцевых зерен в пыльниках стерильных и фертильных растений сорта Антонио различия незначительные.

Процессы стерилизации конопли не только существенно изменяют число пыльцевых зерен в цветках, но также приводят к изменению качества пыльцы. У сорта Ингрета стерильные пыльцевые зерна по размеру заметно уступают фертильным. Если у фертильных особей величина пыльцевых зерен составляет 22,93x22,75 мк, то у стерильных – 16,44x14,37 мк. По степени дегенерации цитоплазмы пыльцевые зерна могут быть различными: совершенно пустые и полупустые, когда небольшое количество цитоплазмы сконцентрировано в центральной части клетки. В этой цитоплазме чаще всего ядро отсутствует, реже оно имеется в дегенерированном состоянии. Оболочки экзина и интина, а также поры хорошо заметны, однако они более слабо развиты, чем у фертильной пыльцы, особенно высота околопорового валика. Деформация экзины незначительная, на поверхности пыльцевых зерен имеются небольшие вмятины.

Описанный тип стерильности пыльцевых зерен является характерным для сорта Ингрета, подобная пыльца отмечена у 95% проанализированных нами растений. Кроме того, встречаются особи с очень не выравненными по величине пыльцевыми зернами. Диаметр мелких микроспор иногда в 4-6 раз меньше диаметра самых крупных пыльцевых зерен. Экзина и интина слабо развиты, поры в основном отсутствуют или едва заметны. По форме пыльцевые зерна бывают округлые, так и сплюснутые. Пыльца пустая, за исключением наличия единичных пыльцевых зерен с небольшим количеством внутреннего содержимого, рассеянного по всей клетке или в определенной части ее. Ядер не замечено.

У сорта Антонио средний размер стерильных пыльцевых зерен несколько больший в сравнении с величиной обычных фертильных микроспор. Пыльца либо совсем пустая, либо имеет небольшое количество цитоплазмы, которая сконцентрирована в центральной части пыльцевого зерна или локализуется в неопределенных местах. Остатки внутреннего содержимого часто включают в себя крупнозернистые частицы. Ядра встречаются исключительно редко, причем развиваются они ненормально. Интина и особенно экзина очень слабо развиты. Примерно у 85% пыльцевых зерен поровых отверстий вообще нет, а у остальной части пыльцы поры слабо заметны, околопоровый валик почти полностью отсутствует. Экзина значительно деформирована, на ней образуются многочисленные вмятины и складки.

Морфологические признаки пыльцы у стерильных форм сорта Антонио более стабильны, чем у сорта Ингрета. Лишь у одного растения сорта Антонио была обнаружена пыльца, отличающаяся от вышеописанной. Эти пыльцевые зерна отличались не выравненным размером и заметно меньшей степенью деформации экзины. Некоторые из крупных пыльцевых зерен, хотя и слабо выполненные плазмой, однако имеют первичное ядро, морфологически близкое к норме.

Пыльцевые зерна стерильных форм сорта Глуховская 10 по величине в среднем уступают фертильным, хотя у некоторых особей они достигают и даже превышают размеры нормальной пыльцы. Главной отличительной особенностью пыльцевых зерен сорта Глуховская 10 является своеобразный характер дегенерации внутреннего содержимого и оболочки. Оболочка пыльцевого зерна сильно съеживается, а цитоплазма превращается в бесструктурную массу, в которой иногда можно заметить дегенерированное первичное ядро. Пыльцевые зерна, разрушаясь, как бы растворяются. При этом оболочка их разрывается, вследствие чего наружу выделяется жидкость в виде жироподобных капель, которые сливаются, образуя скопления. По-видимому, наличием этого вещества можно объяснить способность пыльцевых зерен к слипанию. В связи с сильной деформацией пыльцы расчленив оболочку на экзину и интину не удается. Поры в целом слабо заметны, но в отдельных случаях они четко выделяются крупными размерами околопорового валика.

Анализ растений конопли по признаку количества пор на пыльцевых зернах показал довольно определенную закономерность. Среднее число поровых отверстий в пересчете на одно пыльцевое зерно всегда меньше у стерильных особей по сравнению с фертильными.

Это свидетельствует о том, что различного рода нарушения в развитии оболочек экзины и интины приводят к серьезным аномалиям в формиро-

вании пор, нередко же поры вообще не образуются. У стерильных растений сорта Антонио, например, насчитывается 83% беспоровых пыльцевых зерен, вследствие чего число пор в среднем на одно пыльцевое зерно составляет всего лишь 0,48, тогда как у фертильной пыльцы – 3,29.

Общеизвестно, что однодомная конопля выщепляет в потомстве обычные мужские растения (посконь). В наших опытах наряду с фертильными мужскими растениями выщеплялась и стерильная посконь. У последней всегда мужской цветок в несколько меньшей степени подвергается стерилизации в сравнении с однодомными растениями. Цветки у них чаще раскрываются, иногда даже растрескиваются пыльники. В цветках содержится до 20% пыльцевых зерен, которые внешне близки к нормальным, однако они не прорастают на искусственной питательной среде. Остальные пыльцевые зерна явно стерильные, причем тип стерильности у них такой же, как у однодомных растений того же сорта.

В развитии крупных пыльцевых зерен стерильной поскони замечены некоторые отклонения в сравнении с пыльцой фертильных мужских растений. В целом пыльцевые зерна стерильной поскони несколько большие по размеру, цитоплазма более жидкая, благодаря чему в них чаще можно обнаружить ядра. Поры экзины и интина недоразвиты. Отмечаются случаи, когда на экзине нет порового отверстия, хотя при этом четко выделяется утолщенная часть интины. Процессы порообразования заходят так далеко, что вообще отсутствует часть пыльцевого зерна в виде сегментобразного среза в той зоне, где должна была сформироваться пора. У других пыльцевых зерен плазма состоит из крупных хлопьевидных включений. Часто такие пыльцевые зерна голые, то есть совершенно без экзины. Слабая оболочка у них иногда лопается, и внутреннее содержимое изливается наружу.

Обсуждение

У конопли установлена мужская стерильность, которая имеет следующие морфологические особенности:

1. Стерильные растения конопли внешне отличаются от фертильных выравненным размером недоразвитых и осыпающихся бутонов мужских цветков. Иногда стерильные цветки раскрываются, но пыльники их не раскрываются и не содержат жизнеспособной пыльцы. Размеры всех элементов стерильного мужского цветка всегда меньше, чем у фертильного.

2. Аномалии в развитии стерильной пыльцы конопли колеблются в широких пределах. У одних источников мужской стерильности отклонения от нормы наблюдаются в мейозе, у других – на разных стадиях формирования пыльцы, однако развитие

пыльцевых зерен не продвигается дальше образования первичного ядра. Стерильные пыльцевые зерна по величине бывают меньшие, одинаковые и большие в сравнении с фертильной пыльцой. У них более слабо развиты экзина и поры, в некоторых случаях экзина совсем отсутствует.

К особенностям мужской стерильности конопли, в сравнении с другими растениями, относятся: осыпаемость бутонов мужских цветков, отсутствие полустерильных растений и наличие растений, у которых пустые и полупустые стерильные пыльцевые зерна по величине не только уступают, но даже значительно превышают размеры пыльцевых зерен фертильных особей.

Заключение

Изучив морфологические особенности источников мужской стерильности конопли с признаком осыпающихся бутонов тычиночных цветков, пришли к заключению, что стерильные мужские цветки отличаются от фертильных меньшим размером цветоножки, бутонов, листочков околоцветника и пыльников. В пыльниках стерильных растений пыльца либо совсем отсутствует, либо образуются стерильные пыльцевые зерна, развитие которых не идет дальше формирования первичного ядра. У abortивных пыльцевых зерен деформирована оболочка, более слабо развиты экзина и поры, в некоторых случаях экзина совершенно отсутствует

Библиографический список

1. Димитриев, В. Л. Сравнительная оценка некоторых морфолого-анатомических особенностей стеблей гибридов двудомных сортов конопли с однодомными / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, М. И. Яковлева // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4(36). – С. 38-45. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38. – EDN BPDIFE.
2. Димитриев, В. Л. К вопросу осыпаемости семян конопли / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. В. Чернов // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 4. – С. 9-12. – DOI 10.28983/asj.y2022i4pp9-12. – EDN OTHXIQ.
3. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber / V. L. Dimitriev, A. E. Makushev, O. V. Kayukova, L. V. Eliseeva, L. G. Shashkarov, A. G. Lozhkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. - Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. - P. 42038.
4. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems of Diana breed / V. Dimitriev, L. Shashkarov, G. Mefodyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 20–22 июня 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering

Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. – Vol. 315. - P. 42050. – DOI 10.1088/1755-1315/315/4/042050. – EDN QACDAK.

5. Сенченко, Г. И. Конопля / Г. И. Сенченко, М. А. Тимонин. – Москва : Колос, 1978. – С. 288.
6. 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.
7. Сухорада, Т. И. Конопля – культура будущего / Т. И. Сухорада // Сборник научных трудов, посвященный 100-летию В.А. Нивинных. – Краснодар : ООО Агропромполиграфист, 2000. – С. 8-13.
8. 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.
9. Степанов, Г. С. Генетическая детерминированная разнокачественность репродуктивных органов у основных половых типов однодомной конопли / Г. С. Степанов // Труды Чувашского научно-исследовательского сельского хозяйства. – 2000. – Т. 1(6). – С. 85-93.
10. Степанов, Г. С. О системе семеноводства безнаркотических сортов однодомной конопли / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романова // Аграрная наука Евро – Северо – Востока. – 2005. – № 7. – С. 32-35.
11. Романенко, А. А. Конопля на Кубани / А. А. Романенко // Селекция против наркотиков: материалы Международной научной конференции, посвященной проблемам растений, содержащих наркотические вещества. – Краснодар : КНИИСХ, 2004. – С. 3-7.
12. Ермаков, А. И. Масличные культуры (характеристика качества масла по составу и содержанию жирных кислот) / А. И. Ермаков, Г. Г. Давидян, Н. П. Ярош // Каталог. Мировая коллекция ВИР. - Ленинград, 1982. – Вып. 337.
13. Вировец, В. Г. Конопля – культура XXI / В. Г. Вировец, И. М. Лайко // Аграрная наука. – 1999. – № 11. – С. 5-7.
14. Григорьев, С. В. Перспективы культуры конопли в России / С. В. Григорьев // Легпромбизнес. – 2004. – № 9. – С. 34-37.
15. Степанов, Г. С. Конопля как объект для развития биотехнологий и производства нанопродуктов / Г. С. Степанов // Атлас – определитель половых растений конопли. – Чебоксары, 2011. – С. 7-40.
16. Пашин, Е. Л. Инструментальная оценка технологического качества конопли : монография / Е. Л. Пашин. – Кострома : ВНИИЛК, 2003. - 169 с.
17. Бугай, С. М. Растениеводство / С. М. Бугай. – Киев : Вища школа, 1975. – 375 с.
18. Сенченко, Г. И. Сорта конопли, их райони-

рование и способы использования / Г. И. Сенченко, А. П. Дёмкин // Конопля / под редакцией Г. И. Сенченко, М. А. Тимонина. – Москва : Колос, 1978. – С. 70-83.

19. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов

исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 351 с.

20. Коршунова, Л. В. ОСВ – источник макро- и микроэлементов / Л. В. Коршунова, А. Г. Ложкин // Агрохимический вестник. – 2007. – № 5. – С. 37-38.

COMPARATIVE EVALUATION OF MORPHOLOGICAL FEATURES OF STAMINATE FLOWERS AND POLLEN OF STERILE AND FERTILE HEMP PLANTS

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

FSBEI HE Chuvash State Agrarian University

428003, Chuvash Republic, Cheboksary, Karl Marx st. 29, tel. 8(8352) 62-23-34, e-mail: leonid.shashckarow@yandex.ru

FSBEI HE Chuvash State University named after I.N. Ulyanov

Key words: *hemp, flowers, anthers, pollen grains, sterile, fertile*

The article describes morphological features of the sources of hemp male sterility with a sign of sloughing of buds of staminate flowers. Sterile staminate flowers differ from fertile ones in smaller size of the flower-stalk, buds, tepals and anthers. Pollen is either completely absent or sterile pollen grains are formed in the anthers of sterile plants, the development of which does not go beyond the formation of primary nucleus. Abortive pollen grains have deformed shell, the exine and pores are poorly developed, in some cases the exine is completely absent. Sometimes sterile flowers open, but their anthers do not open and do not contain viable pollen. The dimensions of all elements of a sterile staminate flower are always smaller than those of a fertile one. Anomalies in development of sterile hemp pollen vary widely. In some cases, deviations from the norm are observed at meiosis stage, in others - at different stages of pollen formation, however, the development of pollen grains does not progress beyond the formation of primary nucleus. Sterile pollen grains can be smaller, equal or larger than fertile pollen. They have more poorly developed exine and pores, in some cases the exine is completely absent. The features of male sterility of hemp, in comparison with other plants, include: sloughing of buds of staminate flowers, the absence of semi-sterile plants and the presence of plants with empty and semi-empty sterile pollen grains which are not only inferior in size, but even significantly exceed the size of pollen grains of fertile individuals.

Bibliography:

1. Dimitriev, V. L. Comparative evaluation of some morphological and anatomical features of the stems of hybrids of dioecious cannabis varieties and monoecious ones / V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, M. I. Yakovleva // Perm Agrarian Vestnik. - 2021. - № 4 (36). - P. 38-45. - DOI 10.47737/2307-2873_2021_36_38. - EDN BPDIFE.
2. Dimitriev, V. L. On the issue of shedding of hemp seeds / V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, A. V. Chernov / Agrarian scientific journal. - 2022. - № 4. - P. 9-12. - DOI 10.28983/asjy2022i4pp9-12. - EDN OTHXIQ.
3. Influence of seeding rates on yield and technological qualities of hemp fiber / V. L. Dimitriev, A. E. Makushev, O. V. Kayukova, L. V. Eliseeva, L. G. Shashkarov, A. G. Lozhkin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. - Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. - P. 42038.
4. Dimitriev, V. Influence of the seeding rate on the formation of anatomical features of the monoecious hemp stems of Diana breed / V. Dimitriev, L. Shashkarov, G. Mefodyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, June 20–22, 2019 / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. - Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2019. - Vol. 315. - P. 42050. - DOI 10.1088/1755-1315/315/4/042050. - EDNQAQDAK.
5. Senchenko, G. I. Hemp / G. I. Senchenko, M. A. Timonin. - Moscow: Kolos, 1978. - P. 288.
6. Stepanov, G. S. Resource potential of hemp and ways of its effective use / G. S. Stepanov // Materials of the regional scientific and practical conference (October 24–25, 1997). - Cheboksary, 1998. - P. 47-48.
7. Sukhorada, T. I. Hemp is the culture of the future / T. I. Sukhorada // Collection of scientific papers dedicated to the 100th anniversary of V.A. Nivinykh. - Krasnodar: OOO Agroprompolygraphist, 2000. - P. 8-13.
8. Stepanov, G. S. Drug-free hemp varieties for adaptive cultivation technology / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova. - Tsvilsk: Chuvash Research Institute of Agriculture, 2005. - 39 p.
9. Stepanov, G. S. Genetic deterministic heterogeneity of reproductive organs in the main sexual types of monoecious hemp / G. S. Stepanov // Scientific works of the Chuvash research institute of agriculture. - 2000. - V. 1 (6). - P. 85-93.
10. Stepanov, G. S. On the system of seed production of drug-free varieties of monoecious hemp / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanova // Agrarian science of the Euro-North-East. - 2005. - № 7. - P. 32-35.
11. Romanenko, A. A. Hemp in the Kuban / A. A. Romanenko // Selection against drugs: materials of the International Scientific Conference on the problems of plants containing narcotic substances. - Krasnodar: KSRIA, 2004. - P. 3-7.
12. Ermakov, A. I. Oilseeds (characteristics of oil quality by composition and content of fatty acids) / A. I. Ermakov, G. G. Davidyan, N. P. Yarosh // Catalog. VIR world collection. - Leningrad, 1982. - Issue. 337.
13. Virovets, V. G. Hemp is a culture of XXI century / V. G. Virovets, I. M. Laiko // Agrarian science. - 1999. - № 11. - P. 5-7.
14. Grigoriev, S. V. Prospects of hemp culture in Russia / S. V. Grigoriev // Legprombiznes. - 2004. - № 9. - P. 34-37.
15. Stepanov, G. S. Hemp as an object for development of biotechnologies and production of nanoproducts / G. S. Stepanov // Atlas - determinant of sexual plants of hemp. - Cheboksary, 2011. - P. 7-40.
16. Pashin, E. L. Instrumental assessment of technological quality of hemp: monograph / E. L. Pashin. - Kostroma: All-Russian Research Institute for Processing of Bast Crops, 2003. - 169 p.
17. Bugay, S. M. Crop production: textbook / S. M. Bugay. - Kiev: Vysshaya shkola, 1975. - 375 p.
18. Senchenko, G. I. Hemp varieties, their regionalization and methods of use / G. I. Senchenko, A. P. Demkin // Hemp / edited by G. I. Senchenko, M. A. Timonina. - Moscow: Kolos, 1978. - P. 70-83.
19. Dospikhov, B. A. Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospikhov. - Moscow: Agropromizdat, 1987. - 351 p.
20. Korshunova, L. V. Waste water - a source of macro- and microelements / L. V. Korshunova, A. G. Lozhkin // Agrochemical Vestnik. - 2007. - № 5. - P. 37-38.