

**ЯВЛЕНИЕ ТРАНСГРЕССИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ
РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ МЕЖСОРТОВЫХ ГИБРИДОВ 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»

Ложкин Александр Геннадьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство, селекция и семеноводство»

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

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

Ключевые слова: конопля, одностомная, гетерозис, селекция, отец, мать, сорт, гибрид.

В статье рассмотрены вопросы явления трансгрессивной изменчивости в популяциях различных типов межсортных гибридов конопли. Изучение первого поколения различных типов межсортных гибридов конопли показало, что трансгрессивная выраженность наблюдается у большинства доступных для изучения признаков. Исследования показали, что у межсортных гибридов конопли в зависимости от типов скрещивания высота растений трансгрессирует в достаточно широких пределах. При этом на степень и частоту высоко и короткостебельных растений сильное влияние оказывают генотипы родительских компонентов. Так, при прямом скрещивании форм, близких по высоте растений (Глуховская–10 и Одностомная–2, ЮС–9 и Полтавская–3), в потомстве создается популяция с биотипами, превышающими на 18–19% лучшего родителя. Частота появления таких растений в данном случае значительная (12–16%). Скрещивание компонентов, сильно отличающихся по высоте растений (ЮС–9 и Одностомная–2, Глуховская–10 и Полтавская–3), показывает степень трансгрессии 13–14% и частоту 9–10%. В популяциях различных типов межсортных гибридов конопли наблюдается трансгрессия по некоторым элементам продуктивности. Наиболее высокие показатели трансгрессии проявляются по весу стебля одного растения. Характер расщепления первого поколения простых межсортных гибридов зависит от генотипов родительских форм. Так, при скрещивании сортов Глуховская–10 и Одностомная–2, одинаковых по весу стебля, в потомстве создается популяция биотипов, превышающая на 25% лучшего родителя. Частота появления таких растений в данном случае значительная (24%). При скрещивании контрастных по весу стебля форм ЮС–9 и Одностомная–2 степень трансгрессии составляет 18%, а частота–15%. В потомстве гибридов возвратного скрещивания трансгрессия практически не возникает. Поэтому лучшие по комплексу признаков биотипы. Выделенные в потомстве гибридов первого поколения, следует использовать для получения сложных гибридных популяций. Сложные гибридные популяции представляют собой ценный исходный материал и могут являться родоначальником сорта.

Введение

В селекционно-генетической практике трансгрессия признаков является общеизвестным явлением. В зарубежной литературе утвердился даже термин «трансгрессивная селекция» [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Сущность указанного явления состоит в том, что при скрещивании организмов,

отличающихся друг от друга по количественному выражению определенного признака, в их гибридных потомствах появляются устойчивые 9 константные формы со значительно более сильным выражением соответствующего признака, чем это было у обоих родителей [7, 8, 9, 10].

Таблица 1

Трансгрессия некоторых элементов продуктивности у гибридов конопли в зависимости от типов скрещивания, в %, (в среднем за 1989-2015 годы)

Гибрид	Высота растения		Вес стебля одного растения		Содержание волокна в стебле	
	степень	частота	степень	частота	степень	частота
Глуховская–10 x Однодомная–2	19	12	25	24	7	3
(Глуховская–10 x Однодомная–2) x Однодомная–2	5	2	9	4	0	0
(Глуховская–10 x Однодомная–2) x ЮСО–1	18	13	27	19	9	4
ЮСО–9 x Однодомная–2	13	9	18	15	13	12
(ЮС–9 x Однодомная–2) x Однодомная–2	3	2	8	3	0	0
(ЮС–9 x Однодомная–2) x ЮСО 1	19	15	21	23	14	12
Глуховская 10 x Полтавская-3	14	10	20	19	0	0
(Глуховская 10 x Полтавская-3) x Полтавская-3	3	2	4	2	0	0
(Глуховская 10 x Полтавская-3) x ЮСО-1	12	10	24	23	6	2
ЮС-9 x Полтавская-3	10	16	26	20	0	0
(ЮС-9 x Полтавская-3) x Полтавская-3	5	3	5	4	0	0
(ЮС-9 x Полтавская-3) x ЮСО-1	12	8	23	15	8	3

Случаи выхождения признака за пределы родителя с наибольшей выраженностью обозначают как положительные (+) трансгрессии, а в случае выхождения за пределы родителя с меньшей выраженностью – как отрицательные (–) трансгрессии [11, 12, 13, 14, 15]. Гетерозис как усиление признаков, определяющих мощност, является только частным случаем трансгрессивной изменчивости [16, 17, 18, 19, 20].

Материалы и методы исследований

Мы изучали положительную трансгрессию количественных признаков, определяющих продуктивность различных типов межсортовых гибридов конопли. Показатели трансгрессии определяли по методике, предложенной Г.С. Воскресенской и В.С. Шпота. Степень трансгрессии признака в процентах (T_c) вычисляли по формуле:

$$T_c = P_r \times 100 / P_p - 100_2$$

где P_r – максимальное значение признака данной комбинации скрещивания (среднее из трех лучших растений);

P_p – максимальное значение признака у лучшего родительского компонента (среднее из трех лучших растений).

Частоту трансгрессии в процентах ($T_{\%}$) вычисляли по формуле:

$$T_{\%} = A \times 100 / B,$$

где A – число гибридных растений, превышающих лучшего родителя (среднее из трех лучших растений) по данному признаку;

B – число проанализированных по данному признаку гибридных растений по комбинациям.

Таким образом, количественным выраже-

нием трансгрессии служили уровень (степень) превышения данного признака у выдающихся биотипов гибрида над лучшим родителем и количество (частота) этих биотипов в популяции.

Анализировали по 100 растений гибридов и лучших родителей.

Результаты исследований

Изучение первого поколения различных типов межсортовых гибридов конопли показало, что трансгрессивная выраженность наблюдается у большинства доступных для изучения признаков. В таблице 1 приводятся результаты определения трансгрессий по высоте растений, весу технической части стебля и содержанию в нем волокна, т. е. по тем признакам, по которым в большинстве случаев производится отбор элитных растений в процессе селекции.

Наши опыты показали, что выделенные в первом поколении простые межсортовые гибриды конопли, трансгрессивные по высоте растения, значительно превышают аналогичные растения родительских форм по многим признакам (табл. 2).

Обсуждение

Данные таблицы 1 показывают, что у межсортовых гибридов конопли в зависимости от типов скрещивания высота растений трансгрессирует в достаточно широких пределах. При этом на степень и частоту высоко- и короткостебельных растений сильное влияние оказывают генотипы родительских компонентов. Так, при прямом скрещивании форм, близких по высоте растений (Глуховская–10 и Однодомная–2, ЮС–9 и Полтавская–3), в потомстве создается популяция с биотипами, превышающими на

Таблица 2

Биометрические показатели трансгрессивных по высоте растений простых межсортовых гибридов конопли и их родительских форм (в среднем за 1989-2015 годы)

Сорт, гибрид	Высота трансгрессивных растений, см	Вес, г			Содержание волокна в стебле, %
		стебля	семян одного растения	1000 шт. семян	
Однодомная-2	243,4	39,1	8,6	16,5	20,8
Глуховская-10 х Однодомная-2	259,6	53,0	14,4	19,7	25,7
Глуховская-10	244,1	41,1	10,1	17,7	28,4
ЮС-9 х Однодомная-2	267,9	48,3	10,8	20,9	23,0
ЮС-9	265,8	46,1	9,0	18,4	26,6
ЮС-12 х Однодомная-2	278,9	56,0	15,3	18,2	24,7
ЮС-12	270,6	49,5	14,3	17,8	26,0

18-19% лучшего родителя. Частота появления таких растений в данном случае значительная (12-16%). Скрещивание компонентов, сильно отличающихся по высоте растений (ЮС-9 и Однодомная-2, Глуховская-10 и Полтавская-3), показывает степень трансгрессии 13-14 % и частоту 9-10 %.

Аналогичная картина характерна для сложных межсортовых гибридов: трансгрессия практически отсутствует у тех из них, у которых родительские формы существенно различаются по высоте растений. Такую закономерность можно объяснить тем, что низкорослость является рецессивным признаком, поэтому степень трансгрессии зависит от подавления действия рецессивного гена доминантным. В случае, когда родительские формы одинаковы по высоте растений, в потомстве сложных межсортовых гибридов всегда можно выделить биотипы, превышающие лучшего родителя. Вероятность их появления у ряда комбинаций достаточно велика и достигает 13-15 %.

В потомстве гибридов возвратного скрещивания трансгрессия практически не возникает. Это объясняется, по-видимому, расщеплением гибридного потомства вследствие обмена участками гомологичных (родственных) хромосом.

Более высокие показатели (степень и частота) трансгрессии проявляются по весу стебля одного растения. При этом характер расщепления зависит от генотипов родительских форм. Уровень трансгрессии определяется аддитивной генетической вариансой, которая возрастает при скрещивании сортов, близких по выраженности данного признака. Так, при скрещивании сортов Глуховская-10 и Однодомная-2

24% растений в потомстве имели более высокий вес стебля, чем лучший родитель Глуховская-10. При скрещивании же контрастных форм ЮС-9 и Однодомной-2 степень трансгрессии составила 18%, а частота 15%. Следует отметить и то, что характер проявления трансгрессий по высоте растений и весу стебля одинаковый. Это объясняется, по-видимому, тем, что между высотой и весом стебля имеется достаточно высокая положительная фенотипическая корреляция.

Не меньший интерес представляло изучение трансгрессий по содержанию волокна в стеблях. Как видно, только при сложном межсортовом скрещивании в результате внесения дополнительных генов высоковолокнистости удается подавить действие рецессивного гена и получить трансгрессивные формы. При прямых скрещиваниях из-за высокой контрастности родительских форм по данному признаку проявление положительных трансгрессий наблюдается преимущественно у тех гибридных комбинаций, которые приближаются к родителю с максимальным его проявлением.

Из всего вышесказанного следует, что элементы, определяющие продуктивность межсортовых гибридов конопли, не трансгрессируют одновременно. Факт трансгрессивного расщепления говорит о том, что один или оба родительских компонента не обладают крайней степенью фенотипического выражения того или иного признака, однако, создавая новый генотип при скрещивании, они удачно дополняют друг друга. Так, при скрещивании двух родителей ААВВСС х ааввсс, имеющих в разных локусах хромосом доминантные и рецессивные аллели, в потомстве возникает тригетерозигота АаВвСс. При возвратном скрещивании данной

гетерозиготы с тем же отцовским сортом происходит расщепление ее по типу анализирующего скрещивания, поэтому в потомстве трансгрессий по материнской линии почти не возникает. При сложном скрещивании из-за значительных генетических различий сортов происходит взаимодействие неаллельных множественных генов, которые обуславливают развитие того или иного количественного признака, в результате чего в потомстве возникает ряд форм в пределах от ААВВСС до ааввсс, то есть расщепление имеет такой размах изменчивости, который превышает таковой у обоих родителей.

Перед нами возникли вопросы, имеющие практическое значение для селекционной работы с коноплей: во-первых, действительно ли трансгрессивные растения, выходящие за пределы классов родительских форм, являются результатом наследственных изменений; во-вторых, можно ли усилить трансгрессию гибридных растений путем включения их в сложные скрещивания.

Для изучения этих вопросов мы просматривали в полевых и лабораторных условиях все растения первого поколения межсортового гибрида Глуховская-10 х Однодомная-2, отбирали те трансгрессивные растения, которые в наибольшей степени соответствовали нашим требованиям. Затем на пространственно-изолированных участках указанные биотипы скрещивали с трансгрессивными формами, выделенными из популяции однодомного сорта ЮСО-1. Материнские (гибридные растения) и отцовские (растения сорта ЮСО-1) рядки чередовали в соотношении 2:1. Оценку сложных гибридов, полученных от скрещивания трансгрессивных форм, проводили парным методом в оценочном питомнике. Контролем служили исходные родительские сорта.

Анализ проведенных нами исследований свидетельствует о том, что скрещивание индивидуально отобранных растений приводит к постепенному увеличению трансгрессивной изменчивости. Значительная трансгрессия отмечена по высоте растений, весу стебля и семян одного растения. Что же касается веса 1000 семян и содержания волокна ТВ стеблях, то изменчивость растений по этим признакам находится в соответствующих показателях исходных сортов.

Таким образом, есть основание утверждать, что при межсортовой гибридизации, благодаря расщеплению и рекомбинации генов, контролирующим проявление сложных количественных признаков, с помощью индивиду-

ального отбора обеспечивается получение полезных трансгрессирующих форм. Лучшие по комплексу признаков биотипы, выделенные в потомстве гибридов первого поколения, могут быть использованы в целях получения сложных гибридных популяций. Последние представляют собой ценный исходный материал и могут явиться родоначальником сорта. Состав популяций гибридов от сложных скрещиваний неоднороден, вследствие чего имеются широкие возможности для отбора из них еще лучших биотипов.

У выделенных из потомства простых межсортовых гибридов конопли трансгрессивных по высоте растений наблюдается положительная коррелятивная изменчивость со многими другими признаками. Усиление развития одного признака усиливает и другие. Отрицательная коррелятивная изменчивость наблюдается только лишь между высотой растений и содержанием волокна: в данном случае усиление развития одного признака как бы тормозит развитие другого.

Считаем, что одним из факторов, позволяющих закрепить в потомстве выделенные трансгрессивные формы, является знание коэффициента наследуемости тех или иных признаков. Учет проявления трансгрессии может способствовать повышению уровня исходного гибридного материала, его селекционной оценки, что позволит полнее определять характер практического использования той или иной комбинации.

Заключение

В популяциях различных типов межсортовых гибридов конопли наблюдается трансгрессия по некоторым элементам продуктивности. Наиболее высокие показатели трансгрессии проявляются по весу стебля одного растения. Характер расщепления первого поколения простых межсортовых гибридов зависит от генотипов родительских форм. Так, при скрещивании сортов Глуховская-10 и Однодомная-2, одинаковых по весу стебля, в потомстве создается популяция биотипов, превышающая на 25% лучшего родителя. Частота появления таких растений в данном случае значительная (24%). При скрещивании контрастных по весу стебля форм ЮС-9 и Однодомная-2 степень трансгрессии составляет 18%, а частота-15%. В потомстве гибридов возвратного скрещивания трансгрессия практически не возникает, поэтому лучшие по комплексу признаков биотипы, выделенные в потомстве гибридов первого поколения, следует использовать для получения сложных гибридных популя-

ций. Сложные гибридные популяции представляют собой ценный исходный материал и могут явиться родоначальником сорта.

Библиографический список

1. Урожайность конопли в зависимости от агротехнических приемов возделывания / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, А. А. Гурьев, Д. А. Дементьев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 1, № 4(42). – С. 28-33.
2. 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.
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. Сенченко, Г. И. Конопля / Г. И. Сенченко, М. А. Тимонин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1978. – 288 с.
5. Перспективы использования новых безгашишных однодомных сортов конопли для организации производства био – и нанопродуктов / Л. Г. Шашкаров, В. Л. Димитриев, А. В. Чернов, А. А. Гурьев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11, № 3 (41). – С. 58-62.
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. Невинных. – Краснодар : Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, 2000. – С. 8-13.
8. Коршунова, Л. В. ОСВ – источник макро- и микроэлементов / Л. В. Коршунова, А. Г. Ложкин // Агрехимический вестник. – 2007. – № 5. – С. 37-38.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1987. - 351 с.
10. 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.
11. 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.
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. – 2005. – № 7. – С. 32-35.
13. 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.
14. 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.
15. Вировец, В. Г. Конопля – культура XXI / В. Г. Вировец, И. М. Лайко // Аграрная наука. – 1999. – № 11. – С. 5-7.
16. Григорьев, С. В. Перспективы культуры конопли в России / С. В. Григорьев // Легпромбизнес. – 2004. – № 9. – С. 34-37.
17. 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.
18. Пашин, Е. Л. Инструментальная оценка технологического качества конопли : монография / Е. Л. Пашин. – Кострома: ВНИИЛК, 2003. - 169 с.
19. Бугай, С. М. / С. М. Бугай. – Киев: Вища школа, 1975. – 375 с.
20. Сенченко, Г. И. Сорта конопли, их районирование и способы использования / Г. И. Сенченко, А. П. Дёмкин; под редакцией Г. И. Сенченко, М. А. Тимониной // Конопля. – Москва: Колос, 1978. – С. 70-83.

PHENOMENON OF TRANSGRESSION VARIABILITY IN POPULATIONS OF VARIOUS TYPES OF HEMP INTERVARIETAL HYBRIDS

Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Lozhkin A.G.
FSBEI HE Chuvash State Agrarian University

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

Key words: hemp, monoecious, heterosis, selection, father, mother, variety, hybrid.

The article deals with the issues of the phenomenon of transgression variability in populations of various types of hemp intervarietal hybrids. The study of the first generation of various types of intervarietal hemp hybrids showed that transgression trait is observed in most traits available for study. Studies showed that the height of intervarietal hemp hybrid plants transgresses within a fairly wide range, depending on the types of crossing. Concurrently, the genotypes of parental components have a great influence on the degree and frequency of tall and short-stemmed plants. So, in case of direct crossing of forms close in plant height (Glukhovskaya-10 and Odnodomnaya-2, YUS-9 and Poltavskaya-3), a population with biotypes exceeding the best parent by 18-19% is created in the offspring. The occurrence of such plants in this case is significant (12-16%). Crossing of components that differ greatly in plant height (YUS-9 and Odnodomnaya-2, Glukhovskaya-10 and Poltavskaya-3) shows a degree of transgression of 13-14% and a frequency of 9-10%. There is a transgression of some productivity elements in populations of various types of intervarietal hemp hybrids. The highest rates of transgression are revealed by the stem weight of one plant. The splitting nature of the first generation of simple intervarietal hybrids depends on the genotypes of the parental forms. Thus, when crossing Glukhovskaya-10 and Odnodomnaya-2 varieties, which are identical in stem weight, a population of biotypes, exceeding the best parent by 25% is created. The occurrence of such plants in this case is significant (24%). When crossing forms of YUS-9 and Odnodomnaya-2, contrasting in stem weight, the degree of transgression is 18%, and the frequency is 15%. Transgression practically does not occur in the offspring of backcross hybrids. Therefore, the best biotypes in terms of a complex of traits, isolated in the offspring of first-generation hybrids, should be used to obtain complex hybrid populations. Complex hybrid populations are a valuable source material and can be the parent of a variety.

Bibliography:

1. Productivity of hemp depending on agrotechnical cultivation methods / V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, A. A. Guriev, D. A. Dementiev // Vestnik of Kazan State Agrarian University. - 2016. - V. 1, № 4 (42). - P. 28-33.
2. Dimitriev, V. L. Prospective directions of selection development of hashish-free varieties of Central Russian hemp / V. L. Dimitriev, L. G. Shashkarov, A. G. Lozhkin // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2021. - № 1 (53). - P. 81-85.
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. - R. 42038.
4. Senchenko, G. I. Hemp / G. I. Senchenko, M. A. Timonin. - 2nd ed., revised. and add. - Moscow: Kolos, 1978. - 288 p.
5. Prospects of usage of new hashish-free monoecious hemp varieties for organizing the production of bio- and nanoproducts / L. G. Shashkarov, V. L. Dimitriev, A. V. Chernov, A. A. Guryev // Vestnik of Kazan State Agrarian University. - 2016. - V. 11, № 3 (41). - P. 58-62.
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. Nevinnikh. - Krasnodar: Krasnodar Research Institute of Agriculture named after. P.P. Lukianenko, 2000. - P. 8-13.
8. Korshunova, L. V. Wastewater mud - a source of macro- and microelements / L. V. Korshunova, A. G. Lozhkin // Agrochemical Vestnik. - 2007. - № 5. - P. 37-38.
9. Dospekhov, B. A. Methods of field experiment / B. A. Dospekhov. - Moscow: Agropromizdat, 1987. - 351 p.
10. 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.
11. Stepanov, G. S. Genetic deterministic heterogeneity of reproductive organs of the main reproductive types of monoecious hemp / G. S. Stepanov // Works of Chuvash research institute of agriculture. - 2000. - V. 1 (6). - P. 85-93.
12. 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.
13. 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: KSRRA, 2004. - P. 3-7.
14. Ermakov, A. I. Oilseeds (characteristics of oil quality by composition and content of fatty acids) / A. I. Ermakov, G. G. Davidyan, N. P. Yarosh // Catalogue. VIR world collection. - Leningrad, 1982. - Issue. 337.
15. Virovets, V. G. Hemp is a culture of the XXI century / V. G. Virovets, I. M. Laiko // Agrarian science. - 1999. - № 11. - P. 5-7.
16. Grigoriev, S. V. Prospects for hemp culture in Russia / S. V. Grigoriev // Legprombiznes. - 2004. - № 9. - P. 34-37.
17. Stepanov, G.S. Hemp as an object for development of biotechnologies and production of nanoproducts / G.S. Stepanov // Atlas - a determinant of reproductive plants of hemp. - Cheboksary, 2011. - P. 7-40.
18. Pashin, E. L. Instrumental assessment of hemp technological quality: monograph / E. L. Pashin. - Kostroma: All-Russian Research Institute of Bast Crops, 2003. - 169 p.
19. Bugay, S. M. / S. M. Bugay. - Kiev: Vishcha school, 1975. - 375 p.
20. Senchenko, G. I. Hemp varieties, their regionalization and methods of use / G. I. Senchenko, A. P. Demkin; edited by G. I. Senchenko, M. A. Timonin // Hemp. - Moscow: Kolos, 1978. - P. 70-83.