

УДК631.527

DOI: 10.17022/x8fq-de93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИНДЕКСОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ КОНОПЛИ НА ГЕТЕРОЗИС**В.Л. Димитриев, А.Г. Ложкин, М.И. Яковлева***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. В статье рассматривается необходимость использования статистического метода индексов при селекции конопля на гетерозис. Так, считается экспериментально доказанным, что при использовании статистического метода индексов можно сравнительно точно определить степень гетерозиса гибридов в сравнении с родительскими сортами. Указанный метод мы использовали при выявлении структурных различий между гибридными растениями конопля и родительскими формами и выделении пар, дающих при скрещивании гетерозисные по урожайности гибриды. В процессе проведённых исследований было выявлено значительное колебание индексов отдельных элементов: от 0,97 до 1,32 по длине соцветия и от 1,35 до 2,20 по массе семян с одного растения. Чем шире предел колебаний индексов того или иного элемента, тем значительнее его роль в репродуктивном гетерозисе. Доля их участия в эффекте гетерозиса при формировании урожая семян наибольшая. Существенное значение для репродуктивного гетерозиса имеют также такие элементы, как крупность и количество семян в соцветии. Что же касается индексов длины соцветия и высоты растения, то их размах очень незначительный ($\pm 0,35$ и $\pm 0,11$), поэтому и влияние на урожайность ограниченное. Подбор родительских пар с учётом структурных особенностей исходных форм может быть успешным, если принимать во внимание прежде всего те признаки, которые устойчиво наследуются и достаточно ярко проявляют признаки гетерозиса в гибридном потомстве. При использовании высокоселектированных сортов мы имеем дело с биотипами, которые являются крайними положительными вариациями определённого признака, желательного для селекционера. В связи с тем, что абсолютная величина урожая гетерозисных гибридов зависит не только от структурных элементов, которые проявляют гетерозис, но также и от элементов, которые его не проявляют, необходимо, чтобы последние также были достаточно ярко выражены у скрещиваемых сортов. Таким образом, подбор родительских пар на основе структурных различий гибридных растений должен найти применение при селекции конопля на гетерозис, так как позволяет, во-первых, определить степень наследования гибридами важнейших количественных признаков, во-вторых, с достаточной степенью точности предвидеть уровень гетерозиса при формировании урожайности.

Ключевые слова: конопля, однодомность, безгаишиность, селекция, гетерозис, метод индексов, родительские формы.

Введение. Главным направлением дальнейшей интенсификации сельского хозяйства является широкое применение новых прогрессивных приёмов селекции, позволяющих не только увеличивать выход продукции, но и значительно повысить ее качество. Сельскому хозяйству нужны формы растений, обладающие высокой питательной и кормовой ценностью, отличными технологическими качествами, устойчивые к неблагоприятным климатическим условиям, болезням и вредителям [3], [5], [6]. По этой причине использование гетерозиса в селекции весьма актуально.

Наиболее сложной задачей практического использования гетерозиса является подбор соответствующих родительских форм для получения желаемых комбинаций скрещивания. Правильный подбор пар требует хорошего знания как биологических, так и генетических особенностей исходного материала [1], [2], [4].

Н. И. Вавилов ещё в 1937 г. писал о том, что селекция складывается из правильного выбора исходного материала и из умелого подбора исходных пар для их сочетания путём гибридизации.

Заслуживает внимания высказывание В. А. Ильина (1967 г.) о том, что иногда приходится слышать про успешный подбор, зависящий от умения, способностей и даже интуиции селекционера. Это в какой-то степени так, однако сводить всё дело к интуиции или способности было бы неправильно. Существуют также общие принципы подбора пар для скрещивания, которыми надо руководствоваться и которые надо разрабатывать.

Н. И. Поправко ещё в 1969 г. утверждал, что подбор партнёров для скрещивания по фенотипу или на основе опыта селекционера является слишком ненадёжным для ведения систематической селекции из-за низкой результативности и больших экономических затрат в процессе выведения сорта. В связи с этим для решения вопроса о выборе родительских форм необходимо предварительно изучить исходный материал.

Были сделаны многочисленные попытки подбора пар для скрещиваний, обоснованные рядом принципов: подбор пар, различающихся по морфологическим и физиологическим признакам; подбор пар по принципу генетической отдаленности сортов; скрещивание сортов, биологические свойства которых формировались при различных экологических условиях; подбор пар с учётом наследственных особенностей сортов, которые влияют на структуру урожая.

Что касается конопля, то данный вопрос в отечественной и зарубежной литературе исследован в недостаточной степени.

Материалы и методы исследования. Анализы проводились в условиях лабораторно-полевых и вегетационных опытов. Все наблюдения и учёты проводили по методике, используемой в Институте лубяных культур. Материалом изучения являлись родительские и гибридные формы, которые скрещивались в следующих комбинациях: Глуховская 10 х Однодомная 2, Глуховская 10 х ЮСО – 1, Глуховская 10 х Полтавская 3, ЮС-9 х Однодомная 2, ЮС 9 х ЮСО-1 и ЮСО-1 х Полтавская 3.

С целью получения гибридных семян в изолированных питомниках двудомные сорта (материнская форма) скрещивали с однодомными (отцовская форма). Материнские и отцовские ряды чередовали в соотношении 2:1. С момента бутонизации на всех рядках посева тщательно удаляли растения обычной поскони. В качестве опылителей использовались растения идеальной однодомной материки, однодомной феминизированной поскони и феминизированной поскони.

Гибриды возвратного скрещивания получали путем повторного скрещивания простого межсортового гибрида с тем же самым однодомным сортом, а сложные – с другим однодомным сортом.

Сравнительное испытание гибридов проводили в оценочном и контрольном питомниках. Делянки размещали по схеме: стандарт – материнский сорт – гибрид – отцовский сорт.

В контрольном питомнике посевная площадь каждой опытной делянки составляла 25 м². Посев проводили сплошным способом с шириной междурядий в 13 см. Норму высева устанавливали из расчета 5 млн. всхожих семян на гектар. Урожай стеблей учитывали методом сплошного учета, а урожай семян – методом пробного снопа.

В оценочном питомнике величина каждой делянки составляла 3,15 м². Семена высеивали под посевную доску гнездовым способом по схеме 70 х 5 см с таким расчетом, чтобы на делянке было три рядка и в каждое гнездо попадало по два семени. Через 15-20 дней после всходов проводили прорывку и в каждом гнезде оставляли по одному растению.

Растения гибридов и родительских сортов анализировали по следующим основным показателям: длине вегетационного периода, высоте и массе стебля одного растения, числу и массе семян с одного растения, массе и содержанию волокна с одного растения. Для анализа ежегодно отбирали 150-175 растений.

Гетерозисными считали комбинации, достоверно превышающие по анализируемому признаку лучшую родительскую форму.

Результаты исследований и их обсуждение. Широкое применение новых биометрических методов является главной особенностью современного процесса селекции растений. Так, считается экспериментально доказанным, что при использовании статистического метода индексов можно сравнительно точно определить степень гетерозиса гибридов в сравнении с родительскими сортами.

Указанный метод мы использовали для выявления структурных различий гибридных растений конопли в сравнении с родительскими образцами и выделении пар, дающих при скрещивании гетерозисные по урожайности гибриды.

Индексы вычисляли по элементам, непосредственно связанным с величиной репродуктивного урожая: средней высотой одного растения, длиной соцветия, количеством семян в соцветии, массой 1000 семян, массой семян с одного растения и выхода семян в процентах от общей массы надземных органов растения.

Индекс представляет собой соотношение между величинами того или иного элемента продуктивности у гибрида и его родительской формы. Для каждого изучаемого гибрида индексы вычислялись с учетом обеих родительских форм. Причём дополнительно рассматривались индексы по отношению к той из них, у которой сильнее выражен соответствующий элемент продуктивности (таблица 1).

Таблица 1 – Индексы отдельных элементов продуктивности у однополых гибридов конопли (в среднем за 2013– 2015 гг.)

Элементы продуктивности	По отношению к родительским формам		
	материнским	отцовским	с более выраженным элементом
Высота растения	1,00±0,04	1,04±0,03	0,93±0,06
Длина соцветия	1,32±0,10	1,03±0,06	0,97±0,06
Количество семян в соцветии	1,26±0,06	1,32±0,10	1,12±0,07
Масса 1000 семян	1,37±0,09	1,92±0,06	1,20±0,09
Масса семян с одного растения	1,58±0,06	2,20±0,12	1,35±0,05
Выход семян	1,23±0,07	1,94±0,03	1,17±0,05

Представленные в таблице данные свидетельствуют о существенном различии в колебании индексов отдельных элементов: от 0,97 до 1,32 по длине соцветия и от 1,35 до 2,20 по массе семян с одного растения. Чем шире предел колебания индексов того или иного элемента, тем значительнее его роль в репродуктивном гетерозисе. Так, амплитуда колебания индексов массы и выхода семян с одного растения составляет, соответственно, ±0,85 и ±0,77. Доля их участия в эффекте гетерозиса при формировании урожайности семян наибольшая. Существенное значение для репродуктивного гетерозиса имеют также такие элементы, как

крупность семян и их количество в соцветии. Что касается индексов длины соцветия и высоты растения, то их размах очень незначительный ($\pm 0,35$ и $\pm 0,11$), поэтому и влияние на урожайность ограниченное.

Интересно отметить, что за годы опытов высота гибридного растения оставалась на уровне родительских сортов, а вот длина соцветия увеличилась по сравнению с материнскими двудомными сортами, крупность и количество семян в соцветии, масса и выход семян с одного растения – по сравнению с отцовскими однодомными сортами.

Мы полагаем, что такая направленность репродуктивного гетерозиса возникла в процессе эволюции, так как повышение плодovitости давало гетерозисным формам преимущество в борьбе за существование.

Заслуживают внимания данные о корреляции между индексами основных элементов продуктивности гибридов и родительских форм (таблица 2).

Таблица 2 – Зависимость между индексами отдельных элементов продуктивности у однополых гибридов конопли и родительских форм (в среднем за 2013 – 2015 гг.)

Сопоставимые пары индексов		Коэффициент корреляции между индексами по отношению к родительским формам		
гибрида	родительской формы	материнским	отцовским	с более выраженным элементом
Масса семян с одного растения	Высота растения	0,80	0,61	0,94
	Длина соцветия	0,56	0,85	0,95
	Количество семян	0,88	0,22	0,94
	Выход семян	0,82	0,13	0,98
	Масса 1000 семян	0,71	0,37	0,73
Количество семян с одного растения	Высота растения	0,80	0,65	0,94
	Длина соцветия	0,89	0,39	0,93
	Выход семян	0,80	0,46	0,90
	Масса 1000 семян	-0,69	0,04	-0,32
Выход семян	Высота растения	-0,12	-0,19	-0,12
	Длина соцветия	0,81	0,20	0,88
	Масса 1000 семян.	0,74	0,10	0,89
Масса 1000 семян	Высота растения	0,61	0,35	0,78
	Длина соцветия	0,31	0,44	0,21
Длина соцветия	Высота растения	0,86	0,60	0,96

$P_{0,05}=0,51$; $P_{0,01}=0,64$

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что индексы отдельных элементов продуктивности у однополых гибридов конопли положительно и достаточно устойчиво коррелируют с основными элементами урожая, которые как лучше родительских форм, так и имеют более выраженный признак родителя. Таким образом, подбор родительских пар с учётом структурных особенностей исходных форм может быть успешным, если принимать во внимание прежде всего те признаки, которые устойчиво наследуются и достаточно ярко проявляют признаки гетерозиса в гибридном потомстве. При использовании высокоселектированных сортов мы имеем дело с биотипами, которые являются крайними положительными вариациями определённого признака, желательного для селекционера.

В связи с тем, что абсолютная величина урожая гетерозисных гибридов зависит не только от структурных элементов, которые проявляют гетерозис, но также и от элементов, которые его не проявляют, необходимо, чтобы последние были также ярко выражены у скрещиваемых сортов.

Выводы. Таким образом, подбор родительских пар на основе структурных различий гибридных растений с родительскими формами должен использоваться при селекции конопли на гетерозис, так как позволяет, во-первых, определить степень наследования гибридами важнейших количественных признаков, во-вторых, с достаточной точностью предвидеть уровень гетерозиса при формировании урожая.

Литература

1. Григорьев, С. В. Перспективы культуры конопли в России / С. В. Григорьева. – Легпромбизнес. – 2004. – № 9. – С. 34–37.

2. Димитриев, В. Л. Урожайность конопли в зависимости от агротехнических приёмов возделывания / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, Д. А. Дементьев // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (42). – С. 28-33.
3. Макушев, А. Е. Государственное регулирование деятельности предприятий АПК / А. Е. Макушев, М. С. Абросимова // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы Чувашской Республики и Российской Федерации, доктора ветеринарных наук, профессора Кириллова Николая Кирилловича. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 491-495.
4. Степанов, Г. С. Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г. С. Степанов, А. П. Фадеев, И. В. Романов. – Цивильск: Чувашский НИИСХ, 2005. – 35 с.
5. Rosenthal, E. Hemp today / E. Rosenthal. – Oakland: USA, 1994. – 230 p.
6. Malkawa, T. Widerstands und Selbst reguliez ungs vermo gengegen Geschlecht sandderun gbei Hanef planzen und seine Bezich ungzur Theorie der Gesch lechts bes timmung / T. Malkawa // JbWiss Bot. – 1929. – № 70. – S.512–564.

Сведения об авторах

1. **Димитриев Владислав Львович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: dimitrieff.Viadislaw@yandex.ru, тел. 89030662987;
2. **Ложкин Александр Геннадьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru, тел. 89278629681;
3. **Яковлева Марина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: Marina24.01@yandex.ru, тел. 89373850313.

USE OF THE STATISTICAL METHOD OF INDEXES IN SELECTION OF HEMP ON HETEROSIS

V.L. Dimitriev, A.G. Lozhkin, M.I. Yakovleva
Chuvash State Agricultural Academy
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Abstract. *The article discusses the need to use the statistical index method in the selection of hemp for heterosis. So, it is considered experimentally proven that when using the statistical method of indexes, it is possible to relatively accurately determine the degree of heterosis of hybrids in comparison with the parent varieties. We used this method to identify structural differences between hybrid cannabis plants and parent forms and to isolate pairs that produce crosses with heterotic yield yields. In the course of the research, a significant variation in the indices of individual elements was revealed: from 0.97 to 1.32 in the length of the inflorescence and from 1.35 to 2.20 in the weight of seeds from one plant. The wider the limit of fluctuations in the indices of one or another element, the greater its role in reproductive heterosis. The share of their participation in the effect of heterosis in the formation of the seed crop is greatest. Essential for reproductive heterosis are also such elements as the size and number of seeds in the inflorescence. As for the indices of inflorescence length and plant height, their span is very insignificant (± 0.35 and ± 0.11), therefore, the effect on yield is limited. The selection of parental pairs, taking into account the structural features of the initial forms, can be successful, if we take into account, first of all, those characters that are steadily inherited and quite clearly show the signs of heterosis in hybrid offspring. When using highly selective varieties, we are dealing with biotypes, which are extreme positive variations of a particular trait that is desirable for the breeder. Due to the fact that the absolute value of the yield of heterosis hybrids depends not only on structural elements that exhibit heterosis, but also on elements that do not exhibit it, it is necessary that the latter are also quite pronounced in crossed varieties. Thus, the selection of parental pairs based on the structural differences of hybrid plants should find application in the selection of hemp for heterosis, as it allows, firstly, to determine the degree of inheritance by hybrids of the most important quantitative traits, and secondly, with a sufficient degree of accuracy, to predict the level of heterosis in the formation productivity.*

Key words: *hemp, monoeciousness, non-deciduousness, selection, heterosis, index method, parent forms.*

References

1. Grigor'ev, S. V. Perspektivy kul'tury konopli v Rossii / S. V. Grigor'eva. – Legprombiznes. – 2004. – № 9. – S. 34–37.
2. Dimitriev, V. L. Urozhajnost' konopli v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priyomov vozdel'yvaniya / V. L. Dimitriev, L. G. SHashkarov, D. A. Dement'ev // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 4 (42). – S. 28-33.
3. Makushev, A. E. Gosudarstvennoe regulirovanie deyatel'nosti predpriyatij APK / A. E. Makushev, M. S. Abrosimova // Razvitie agrarnoy nauki kak vazhneyshee uslovie effektivnogo funkcionirovaniya agropromyshlennogo kompleksa strany: materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 70-letiyu so dnya rozhdeniya zasluzhennogo rabotnika vysshey shkoly CHuvashskoy Respubliki i Rossiyskoj Federacii, doktora veterinarnykh nauk, professora Kirillova Nikolaya Kirillovicha. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018. – S. 491-495.
4. Stepanov, G. S. Beznarkoticheskie sorta konopli dlya adaptivnoy tekhnologii vozdel'yvaniya / G. S. Stepanov, A. P. Fadeev, I. V. Romanov. – Civil'sk: CHuvashskij NIISKH, 2005. – 35 s.
5. Rosenthal, E. Hemp today / E. Rosenthal. – Oakland: USA, 1994. – 230 p.
6. Malkawa, T. Widerstands und Selbst reguliez ungs vermo gengegen Geschlecht sandderun gbei Hanef planzen und seine Bezich ungzur Theorie der Gesch lechts bes timmung / T. Malkawa // JbWiss Bot. – 1929. – № 70. – S.512–564.

Information about authors

1. **Dimitriev Vladislav Lvovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Crop Production, Plant Breeding and Seed Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: dimitrieff.Viadislaw@yandex.ru, tel. 89030662987;
2. **Lozhkin Alexander Gennadievich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Crop Production, Plant Breeding and Seed Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: lozhkin_tmvl@mail.ru, tel. 89278629681;
3. **Yakovleva Marina Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Crop Production, Plant Breeding and Seed Production, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: Marina24.01 @ yandex.ru ,, tel. 89373850313.

УДК633.16:58.056

DOI: 10.17022/853m-jp34

ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЯЧМЕНЯ И СТОИМОСТИ ЗЕРНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

И.П. Елисеев, Л.В. Елисеева, А.В. Степанов

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. В данной статье дается климатическая характеристика Чувашской Республики и описание агроклиматических условий вегетационного периода возделывания сельскохозяйственных культур, погодные условия за последнее десятилетие. Была изучена динамика агроклиматических показателей погоды в период вегетации в условиях центрального умеренно теплого агроклиматического района республики. Результаты анализа погодных условий за исследуемый период показали повышение средней температуры воздуха на +1,9 С за вегетационный период. Статистическая информация была обработана с помощью программного обеспечения MS Office Excel. Проведенный анализ погодных условий в период вегетации за последние 10 лет выявил зависимость агрометеорологических показателей и показателей продуктивности культуры ячменя ярового. Кроме того, с помощью статистического анализа были выявлены динамика цен на фуражный ячмень, изменение структуры посевных площадей культуры в сравнении с аналогичными показателями по России. Результаты проведенного исследования помогли выявить причины, повлиявшие на рост средней цены ячменя за последние десять лет, а также способы её стабилизации. Эта информация является актуальной как для производителя, так и для потребителя. В результате проделанной работы были спрогнозированы средняя цена ячменя и его продуктивность на следующий год с использованием уравнения полиномиальной линии тренда, рассчитанного по формулам для валового сбора зерна ячменя ($y = -0,027x^3 + 0,466x^2 - 1,650x + 14,22$) и для средней цены ячменя ($y = 0,012x^3 - 0,183x^2 + 1,160x + 3,040$).

Ключевые слова: погодные условия, агрометеорологические показатели, гидротермический коэффициент, ячмень, структура посевной площади, урожайность, валовой сбор, цена.

Введение. Растениеводство, как и кормопроизводство, являются специфическими отраслями сельского хозяйства, которые зависят, в первую очередь, от климатических особенностей местности, погодных условий в