

А. И. Боженко, кандидат сельскохозяйственных наук

Е. Е. Сизенко, Л. И. Кобызская

*Носовская селекционно-опытная станция Мироновского института
пишеницы имени В. Н. Ремесло НААН*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ В СЕЛЕКЦИИ КОРМОВЫХ ТРАВ

На основании обобщения и анализа результатов исследований теоретически обоснованы направления и определены эффективные методы селекции, приёмы оценки комбинационной способности исходного материала для создания высокоурожайных синтетических популяций кормовых трав. Показана роль эффекта гетерозиса у гибридов в создании сложногибридных популяций и важность изучения общей комбинационной способности в системе поликросных скрещиваний и установления принципов формирования гетерозисных синтетических и сложногибридных популяций в селекционной работе с кормовыми травами.

Ключевые слова: *кормовые травы, исходный материал, сорт, гетерозис, селекция, комбинационная способность, скрещивания, оценка.*

Для практической селекции большое значение имеет создание новых, более урожайных сортов, гибридов и популяций сельскохозяйственных культур, наиболее приспособленных к климатическим условиям районов возделывания. Для достижения этой цели в последние 2–3 десятилетия широко используются те или иные формы гетерозиса у самых разнообразных культур.

Впервые теорию гетерозиса в 1876 г. изложил Ч. Дарвин [1]. Он считал, что чем больше родительские формы различаются между собой по морфологическим, биологическим и другим признакам и свойствам, тем сильнее проявляется гетерозис в потомстве. Однако эти различия должны иметь определенный предел, за которым уже нарушается плодовитость потомства или вовсе не происходит скрещивание. Эффект гетерозиса, как правило, зависит от экологического и филогенетического происхождения родителей и от степени их родства. Таким образом, проявление гетерозиса связано с достаточной генетической отдаленностью форм, принадлежащих к одному и тому же или близким видам [2].

Показателями такой отдаленности служат морфологические и биологические различия ряда признаков. Между тем, и эти различия не всегда приводят к гетерозису. Установлено три типа гетерозиса, которые

проявляются при межродовых, межвидовых и внутривидовых (отдалённых, экологических), а также межлинейных скрещиваниях [3]. Большой экономический эффект от использования генетически регулируемого гетерозиса у кукурузы поставил на повестку дня исследование этого метода селекции и для других культурных растений, размножающихся путем перекрестного опыления.

Гетерозис в разной степени используется в селекции и семеноводстве проса, лука, томатов, перца, свеклы, ржи, гречихи, сорго, подсолнечника, пшеницы, клевера, люцерны и других культур. Это свидетельствует о том, что применение эффекта гетерозиса является одним из важнейших путей повышения урожайности сельскохозяйственных растений. В зависимости от культуры и условий выращивания гибриды могут превосходить исходные формы на 10–30 %, а иногда степень гетерозиса по тем или иным показателям достигает 300 % [4]. Объяснение причин гетерозиса является частью более широкой проблемы развития, точнее, проблемы наследственной регуляции процессов развития организмов. В данном случае имеется одна отличительная особенность – гетерозисность гибридов. Указанная особенность гибридов не представляет собой какого-либо исключительного явления. В популяциях перекрёстнооплодотворяющихся видов все организмы, как правило, в той или иной степени гетерозиготны. Одни из них являются гибридами в отношении большего числа, а другие – в отношении меньшего числа признаков. Таким образом, гибридность – не редкое исключение, а, скорее, типичное состояние перекрёстноопыляющихся организмов.

В том случае, когда селекционная работа проводится с подобными растениями (клевер, люцерна и др.), действию отбора подвергаются гетерозиготы, и его следствием будет достижение строгого генетического уравнивания не внутри каждого гаплоидного набора хромосом, как в случае с самоопыляющимися растениями, а, главным образом, внутри самой популяции. Этот процесс взаимного уравнивания генотипов, составляющих популяцию, обеспечивает воспроизведение генетически сбалансированных гетерозигот, образующихся в результате перекрёстного оплодотворения.

У ряда культур эффект гетерозиса наиболее ярко проявляется у гибридов первого поколения, получаемых от скрещивания специально подобранных линий или образцов [5].

Цель. На основе многолетних селекционно-генетических исследований по созданию сортов кормовых трав проанализировать результаты применения в селекционной практике основных методов оценки общей комбинационной способности для формирования поликросных сортов-популяций с разнородной генетической природой, высоким и устойчивым гетерозисом.

Обсуждение результатов. В настоящее время трудно найти культуру, по которой бы не велись теоретические исследования и селекция с

использованием скрещиваний для получения гетерозисных гибридов. Явление гетерозиса в отношении некоторых видов сельскохозяйственных растений делает целесообразным применение гибридизации не только в целях перекомбинации отдельных признаков при создании новых сортов, но и в целях практического использования повышенной продуктивности гибридов первого поколения.

Обычно на первых этапах работы исходный материал изучается на комбинационную способность, т. е. способность давать высокопродуктивные гибридные комбинации, а также наследование гибридами ценных признаков и свойств своих родителей. Комбинационная способность контролируется набором генов и является наследственным свойством живых организмов [6].

Обнаруженное в экспериментах варьирование степени гетерозисного эффекта у гибридов, полученных от скрещивания одной и той же родительской линии с различными другими, послужило основанием для разделения понятия комбинационной способности на две категории: общую и специфическую. Под общей комбинационной способностью (ОКС) понимают способность линии (сорта, клона и т. п.) давать хорошие гибриды с большинством участвующих в скрещиваниях родительских форм данного набора [7].

Общая комбинационная способность связана, главным образом, с аддитивным действием благоприятных доминантных генов, т. е. эффект гетерозиса объясняется теорией доминирования [8]. Общая комбинационная способность в этом случае проявляется независимо от генотипа другой родительской формы, т. е. не имеет значения то, где используется эта форма, в качестве материнской или отцовской. Такая независимость в проявлении ОКС предполагает использование ее на первых этапах гетерозисной селекции.

Под специфической комбинационной способностью (СКС) понимается способность давать положительный эффект в отдельной комбинации, что объясняется сверхдоминированием и эпистазом [9, 10]. При определении СКС на дальнейших этапах гетерозисной селекции величина её уже в значительной степени зависит от генотипа другой родительской формы, поэтому обязательно проведение реципрокных скрещиваний.

Очевидно, при создании генетических регуляторных систем структурного механизма гетерозиса для его максимально полного проявления одинаково важны и эффект доминирования, и эффект сверхдоминирования [11].

Разработаны математические методы определения общей и специфической комбинационной способности, которые были успешно применены и получили дальнейшее развитие в работах С. R. Henderson [12], М. А. Федина [13] и др. Определение общей и специфической комбинационной способности позволяет не только оценить долю вклада того или иного родителя в проявление эффекта гетерозиса, но и сократить объём и

сроки селекционного процесса за счет выбраковки неперспективных форм [14].

Для получения данных о комбинационной способности родительских форм проводятся скрещивания с последующим испытанием гибридного потомства. Мерой оценки в большинстве случаев служит урожай гибридов, но комбинационная способность может быть оценена по любым селекционным признакам: высоте растений, зимостойкости, скороспелости, облиственности, устойчивости к болезням и др.

Имеющиеся в литературе данные по анализу комбинационной способности свидетельствуют о том, что у неотселектированного материала изменчивость ОКС значительно превышает изменчивость СКС. Это объясняется тем, что неотселектированные линии генетически более разнообразны, чем линии, уже прошедшие отбор [15]. Формы, обладающие высокой ОКС, в дальнейшем желательно использовать как компоненты синтетических сортов – гибридных популяций. Можно прогнозировать успешный отбор новых продуктивных линий у самоопылителей из гибридов, родительские формы которых обладают высокой ОКС [16]. Для линий или сортов, обладающих высокой специфической комбинационной способностью, желательно применять методы гетерозисной селекции с использованием в производстве гибридных семян F_1 [17].

Для выяснения комбинационной ценности селективируемого материала используется несколько систем скрещивания, представляющих собой различные методы проверки комбинационной способности. Главными из них являются диаллельные скрещивания, топкросс, поликросс, свободное опыление. Каждый из перечисленных методов имеет свои достоинства и свои недостатки.

Диаллельные скрещивания находят широкое применение в определении комбинационной способности изучаемого исходного материала. Впервые этот метод, который включает все возможные комбинации скрещивания между изучаемыми формами и позволяет наиболее полно установить генетическую ценность сортов, линий, клонов, предложил в 1929 г. датский генетик-зоолог Иогансен Шмидт. При этом комбинационная способность родительских форм выражается средней величиной гетерозиса по всем гибридным комбинациям, характеризующим общую комбинационную способность и величиной гетерозиса в конкретных скрещиваниях, характеризующих специфическую комбинационную способность. Уже в 1935 г. В. Е. Писарев показал упрощенные способы математического анализа результатов диаллельных скрещиваний. В последующие годы появилось значительное количество работ, в которых разрабатывались вопросы диаллельных скрещиваний [9, 18]. При многих положительных сторонах этот метод считается трудоёмким и дорогостоящим из-за огромного числа скрещиваний, определяемых по формуле $n(n - 1)$ для диаллельных реципрокных скрещиваний, где n – число форм, участвующих в гибридизации, и поэтому успешно применяется на завершающем этапе

изучения комбинационной способности компонентов предполагаемого гибрида и в теоретических исследованиях [19, 20].

Для сокращения числа комбинаций и уменьшения объема работы при оценке родительских форм по СКС вместо диаллельных скрещиваний испытуемых образцов друг с другом можно скрещивать их с общим тестером. Такой метод оценки общей комбинационной способности селективируемого материала, основанный на сравнении поведения линий в гибридах, когда в качестве опылителя берётся общая для всех линия или свободноопыляющийся сорт, называется топкроссом [21]. Оценки, полученные с помощью топкроссов, зависят от свойства тестера, и поэтому более правильно использовать 2, 3 и даже 4 тестера.

Для кормовых трав, у которых трудно получить гибридные семена от контролируемого скрещивания, и недостаточно глубоко разработана методика получения линий и применения цитоплазматической мужской стерильности, использование гетерозиса в настоящее время возможно в форме синтетических сортов. Возделывание последних предполагает длительное использование гибридов в ряде последующих поколений путем пересева и свободного опыления [22].

Для создания высокогетерозисных гибридных популяций наиболее желательны линии, клоны и сорта, обладающие высокой общей комбинационной способностью, которую можно оценить, используя гибриды от свободного опыления и поликросса [16]. Семена от свободного опыления получают с различных растений, опылённых случайной пылью. Изучение потомства от свободного переопыления позволяет сделать предварительный отбор лучших генотипов. Из-за ограниченного количества полученных семян посев питомников испытания потомств проводится широкорядным или гнездовым способом, без повторений. Такой способ посева несколько снижает точность оценки. Метод свободного опыления благодаря простоте использования, возможности значительного увеличения объема изучаемого материала по сравнению с другими успешно применяется на первоначальных этапах селекции и при оценке общей комбинационной способности.

Метод поликросса практикуется для оценки общей комбинационной способности перекрёстноопыляющихся кормовых трав [20, 23–25], у которых предусматривается использование эффекта внутрипопуляционного гетерозиса в нескольких поколениях. При поликроссе изучаемые сорта, линии, клоны выращиваются на изолированном участке (питомник поликроссов) в условиях, способствующих свободному опылению каждого образца пылью всех других образцов. Каждый образец выращивается в нескольких повторностях, которые размещаются таким образом, чтобы поликроссные семена образовались от опыления смесью пыльцы всех других сортов, линий или клонов питомника поликросса, причём пыльца от разных образцов должна быть представлена в полисмеси по возможности в разном количестве. На точность оценки комбинационной способности влияют число повторностей, размеры делянок, последовательность их размещения, а также

выравненность испытуемых образцов по времени цветения. Сравнение отдельных поликроссов по урожайности позволяет оценить общую комбинационную способность испытуемых образцов.

По мнению Р. Гаусс [26], поликросс даёт более надёжную информацию о селекционной ценности и эффективен лишь тогда, когда обеспечивается полное перекрёстное опыление всех генотипов. Путём совместного посева семян лучших по ОКС форм, выявленных методом поликросса и последующего переопыления, могут быть получены высокогетерозисные сорта [27].

Изучая комбинационную способность клевера лугового методом поликросса, И. А. Годунов сделал вывод о том, что предпочтение следует отдавать методу поликросса с индивидуальным размещением растений. При этом количество высаженных в питомнике растений должно быть достаточным для того, чтобы отразить изучаемую популяцию [28].

Исследованиями Г. Ф. Кулешова установлено, что отбор биотипов по продуктивности и общей комбинационной способности даёт возможность получить гибриды с высоким эффектом гетерозиса. Перекрёстное опыление в парных скрещиваниях не вызывает депрессии в потомстве несмотря на сужение наследственной основы у гибридов по сравнению с исходной популяцией [29].

Исследование родительских форм с высокой ОКС открывает возможность практической реализации гетерозиса в парных скрещиваниях или путем формирования сложногогибридных популяций. При изучении комбинационной способности клонов клевера лугового М. Anderson выявил, что мощность родительских клонов не может быть решающим признаком для отбора клевера лугового. Очень мощные клоны имели низкую ОКС, потомство от них отличалось низким процентом выживания растений, что вело к снижению урожая. Клоны с высокой ОКС имели тенденцию к позднему цветению и слабую устойчивость растений к выпаданию, раннецветущие имели негативную корреляцию с урожаем и устойчивостью растений. По мнению автора, принцип подбора родительских пар должен основываться на высокой общей комбинационной способности [30].

Как указывалось выше, поликросс-метод имеет значительное преимущество перед остальными на первых этапах селекционного процесса. С его помощью удаётся выделить растения с высокой комбинационной способностью. По сравнению с другими методами он считается наиболее приемлемым для оценки ОКС люцерны, клевера, тимофеевки, ржи, овсяницы луговой, ежи сборной и других культурных растений. Таким образом, литературные данные показывают, что поликросс-метод служит генетически обоснованным приёмом оценки общей комбинационной способности исходного материала для создания высокоурожайных синтетических и сложногогибридных популяций клевера лугового.

Метод создания синтетических сортов широко применяется в селекционной работе с перекрёстноопыляющимися кормовыми травами, у

которых используются гибридные семена не только первого, но и последующих поколений. Синтетический сорт создаётся путём объединения (скрещивания, смешивания и совместного выращивания) двух или нескольких сортов, линий или клонов [23, 31] и образуется из генотипов, прошедших испытание на комбинационную способность. В качестве компонентов синтетического сорта используются только те генотипы, которые хорошо объединяются друг с другом во всех комбинациях скрещивания. Положительные изменения происходят в том случае, когда определённая часть нежелательных генотипов не вносит своих наследственных свойств в отбираемую часть популяции. Генетическое разнообразие повышает устойчивость популяции к воздействию внешней среды, взаимодействуя с условиями среды, обеспечивает видовую и сортовую изменчивость. Предварительное испытание на комбинационные качества отличает селекцию синтетиков от селекции обычных сортов, в которых генотипы соединяются без предварительной оценки качества потомства, полученного при простом воспроизведении этих генотипов в любой гибридной комбинации.

Для предсказания продуктивности гибридов второго поколения синтетического сорта, компонентами которого являются инбредные линии, S. Wright вывел формулу:

$$F_2 = F_1 - \frac{(F_1 - P)}{n}$$

где F_2 – ожидаемая продуктивность; F_1 – средняя продуктивность всех гибридов первого поколения; P – средняя продуктивность инбредных линий; n – число инбредных линий [32].

Данная формула применена не только к гибридам, полученным от скрещивания линий, но и к синтетическим сортам, основу которых составляют клоны [33]. Ф. Бригге, П. Ноулз опровергают данную точку зрения в отношении оптимального числа клонов для синтетического сорта [34].

На основании формулы Райта согласно закону Харди-Вайнберга О. О. Кедров-Зихман сделал вывод, что если при дальнейшем размножении популяций происходит свободное и случайное скрещивание составляющих её компонентов и если в популяции не проводилось дифференцирующего отбора, мощность последующих поколений не должна уменьшаться, потому что зиготическое равновесие для любого гена достигается уже в одном поколении панмиксиса [20]. По утверждению Е. В. Белоногова, клевер луговой – наиболее идеальная модель для закона Харди-Вайнберга [35].

Th. H. Busbice считает, что для объединения в синтетический сорт следует включать достаточное число родительских форм во избежание значительного процента инбридинга в последующих поколениях синтетика [36]. При условии использования неинбредного исходного материала или линий неглубокого инбридинга для включения в синтетический сорт потребуется меньшее число родителей, но не меньше четырёх для

исключения излишнего инбридинга в более поздних поколениях. Минимальное число родительских форм, используемых для создания синтетического сорта, во избежание заметной депрессии в последующих поколениях зависит от происхождения клонов и их генетической интегрированности [37]. М. И. Волошин сообщает, что длительно сохраняли гетерозис популяции, состоящие из двух и шести клонов [38]. Другие исследователи полагают, что большее число компонентов повышает урожайность синтетических сортов. При малом числе клонов урожайность падает вследствие инбредной депрессии [39].

По данным М. И. Рубцова, эффект гетерозиса достигает более высоких значений и продолжительности стабильного проявления в репродуцируемых поколениях при создании синтетических популяций с включением 3–12 исходных компонентов [40]. Таким методом получены сорта люцерны Флора, Межетвенская, Лада, Вега, клевера лугового ВИК 7, Мир, Салот и клевера белого ВИК 70. Положительную оценку 15-клоновому гибриду люцерны Rengelande (Канада) дают зарубежные авторы [41]. Американские ученые также указывают, что лучшее количество родительских форм для синтетиков – 4–16, а оптимальное – 8 [42].

Н. М. Tysdal, В. Н. Grandall придавали большее значение высокой комбинационной способности компонентов, их генетической разнокачественности, а не их количеству, влияющему на однородность создаваемого сорта, считая, что однородность сорта важна по основным селекционным признакам, на которые он выведен.

Выводы. Явление гетерозиса, или увеличение мощности гибридов и продуктивности первого поколения – важный резерв повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Исходя из приведенных источников литературы можно сделать заключение, что в результате изучения и практического использования генетических основ эффекта гетерозиса у клевера лугового и анализа возможности прогнозирования общей и специфической комбинационной способности в селекционном процессе получают перспективный селекционный материал и создаются сорта, характеризующиеся высоким урожаем кормовой массы, семян и улучшенным качеством корма.

Однако вопросы создания синтетических и сложногобридных популяций требуют дальнейшего продолжения масштабных исследований по изучению ОКС кормовых культур методом поликросса.

В силу отмеченного, исследования по созданию сортов-синтетиков на основе использования генотипов различного эколого-географического происхождения с предварительной их оценкой на общую комбинационную способность методом поликросса являются актуальными в селекционной работе с клевером луговым.

Библиографический список

1. *Дарвин Ч.* Сочинения. 1950. Т. 1. 578 с.

2. Жуковский П. М. Гетерозис как эволюционное явление в растительном мире и проблема его использования в сельском хозяйстве. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1967. № 3. С. 43–48.
3. Хаджинов М. И. Селекция кукурузы. Теоретические основы селекции растений. Москва – Ленинград, 1935. Т. 2. С. 377–447.
4. Дубинин Н. П. Новые методы селекции растений. Москва : Колос, 1967. С. 194–198.
5. Голубев А. М., Тегисов Д. Т. Генетические гибриды люцерны и их значение. *Вестник сельскохозяйственной наук Казахстана*. Алма-Ата, 1972. № 8. С. 29–33.
6. Савченко В. К. Генетический анализ и синтез в практической селекции. Минск : Наука и техника, 1986. 92 с.
7. Турбин Н. В. Генетика гетерозиса и методы селекции на комбинационную способность. *Генетические основы селекции растений*. Москва, 1971. С. 112–155.
8. Paterniani E. Recent studies on heterosis. *Agr. Can. Selec. Top New York–Toronto*, 1973. P. 1–22.
9. Griffing B. Concert of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austral. J. Biol. Sci.* 1956. Vol. 9, No 3. P. 463–493.
10. Gallais A. An analysis of heterosis inbreeding effects with an autetraploid cross fertilized plant *Medicago Sativa* L. *Genetics*. 1984. Vol. 106, No 1. P. 123–137.
11. Молчан И. М. Генетические системы семенного размножения, механизм и использование гетерозиса. *Гетерозис*. Минск : Наука и техника, 1982. С. 142–154.
12. Henderson C. R. Specific and general combining ability. *In Heterosis Ames*. Iowa st. Coll. Press. 1952. P. 352–370.
13. Федин М. А. Генетические концепции гетерозиса. *Гетерозис*. Минск : Наука и техника, 1982. С. 99–108.
14. Comstock R. E., Robinson H. E., Harvey P. H. Abreeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agr. J.* 1948. Vol. 11. P. 360–367.
15. Connoly V. Genetic assestend of white clover (*Trifolium repens* L.). *Irish. J. Agr. Res.* 1978. V. 17, No 1. P. 53–59.
16. Турбин Н. В., Хотьмылева Л. В., Тарутина Л. А. Диаллельный анализ в селекции растений. Минск : Наука и техника, 1974. 184 с.
17. Carnahan H. L. General specific combining ability in alfalfa for seedling vigor fall growth habit in the year of establishment. *Agr. J.* 1960. Vol. 9. P. 511–516.
18. Шумный В. К., Соколов В. А., Вершинин А. В. Гетерозис и механизм сверхдоминирования. *Гетерозис*. Минск : Наука и техника, 1982. С. 109–141.
19. Hill R. R., Leath K. T., Zeiders K. E. Combining ability among four clone alfalfa syntetics. *Crop Sci.* 1972. V. 12, No 5. P. 627–630.

20. *Кедров-Зихман О. О.* Поликросс-тест в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1974. 125 с.
21. *Wasson C. E.* Topcross and polycross progeny tests for evoluseting general combining ability of S_0 and S_1 clones of orchardgrass *Dactylis glomerata* L. Abst. Iowa st. Coll. L. Sci. 1955. 29. P. 528–529.
22. *Хаджинов М. И., Турбин Н. В.* Проблемы гетерозиса в селекции растений. *Н. И. Вавилов и сельскохозяйственная наука.* Москва : Колос, 1969. С. 208–216.
23. *Новосёлов Ю. М.* Метод поликросса в создании сложногибридных и синтетических популяций клевера. Клевер России. – Воронеж: Изд. Им. Е. Ф. Болховитинова, 2002. – С. 108–115.
24. *Новосёлова А. С., Писковацкая Р. Г., Малащенко В. С.* Результаты и перспективы использования метода поликросса в селекции клевера. *Сельскохозяйственная биология.* 1983. № 9. С. 23–26.
25. *Писковацкая Р. Г., Киреева О. В.* Некоторые аспекты селекции клевера ползучего на гетерозис. *Селекция и семеноводство.* 1986. № 4. С. 17–18.
26. *Гаусс Р.* Задачи и результаты селекции клевера лугового в ГДР. *Международный сельскохозяйственный журнал.* 1985. № 5. С. 45–78.
27. *Полюдина Р. И.* Гетерозисная селекция при создании новых сортов клевера лугового. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2004, № 4. – С. 102–106
28. *Годунов И. А.* Метод изучения комбинационной способности клевера лугового. *Селекция и семеноводство.* 1984. № 9. С. 10–12.
29. *Кулешов Г. Ф., Кремнина А. Н.* Оценки общей комбинационной способности стерильных и самоопылённых линий ежи сборной методом топкросса и свободного опыления. *Сельскохозяйственная биология.* 1986. № 7. С. 74–77.
30. *Anderson M. et al.* Combining ability in to singlecrosses of red clover. *Crop. Sci.* 1974. 14, No 3. P. 417–419.
31. *Новосёлова А. С.* Методы создания сложногибридных и синтетических сортов-популяций. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера. – М.:РАСХН. ВНИИ кормов, 2002. – С. 14–18.
32. *Wright S.* The effects of inbreeding and cross breeding of Guinea Pigs. Grosses between highly families U. S. Dept. *Agric. Tech. Bull.* 1922. No 11–21. P. 1–61.
33. *Хенсон А. А., Карнахан Х. Л.* Селекция многолетних кормовых злаковых трав. Москва : Иностранная литература, 1959. 183 с.
34. *Бригс Ф., Ноулз П.* Синтетические сорта. *Научные основы селекции растений.* Москва : Колос, 1972. С. 236–249.
35. *Белоногов Е. В.* Синтетический анализ биологических объектов. Модель (клевер луговой) : учебное пособие к спецкурсу. Куйбышев, 1981. – 137 с.

36. *Busbice Th. H.* Preadicting yiceld of cuntetic varieties. *Crop. Sci.* 1970. 10. P. 265–269.
37. *Graumann H. V.* The performance of twoclone and multipleclone combinations in advanced generations. *Alfalfa. Impr. Confer. Rpt.* 1954. 14. P. 30–39.
38. *Волошин М. И.* Использование метода поликросса в селекции люцерны. *Роль сорта в укреплении кормовой базы* : сб. науч. тр. ВНИИ кормов. Москва, 1984. Вып. 31. С. 48–51.
39. *Dermaly X. et al.* Analyses preliminaires de la compretition cherles luzernes. *Ann. Amelior. Frantes.* 1964. V. 14. P. 131–135.
40. *Рубцов М. И., Новосёлов М. Ю.* Использование новых методов селекции для создания исходного материала клевера. *Селекция и семеноводство клевера*: сб. науч. тр. ВНИИ кормов. Москва, 1982. Вып. 27. С. 36–42.
41. *Heinrichs D. H., Lawrence N. Mc., Elgum I. D.* Registration of Hangelander alfalfa. *Crop Sci.* 1980. V. 20, No 5. P. 668.
42. *Hill R. R., Elgin J. H.* Effect of the number of parents on performance of alfalfa synthetics. *Crop Sci.* 1981. 21, No 2. P. 298–300.

Надійшла до редколегії 29. 05. 2018 р.

Рецензенти В. Д. Бугайов, О. І. Буняк, кандидати сільськогосподарських наук