

## ПАРАМЕТРЫ ОТБОРА ПЕРСПЕКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОГО РЕГИОНА РФ

**З.А. ЗАРЬЯНОВА, С.В. КИРЮХИН**, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

*При создании новых сортов клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) необходимо использовать исходный материал, характеризующийся повышенным весом головок и сухого вещества растений, обильным количеством стеблей и головок, семян в головках, высокими показателями по завязываемости семян и обсеменённости соцветий в связи с их сильной и средней корреляционной связью с семенной продуктивностью ( $r = 0,57-0,89$ ). Длина стеблей, масса 1000 семян, полнота выраженности рисунка на листьях имели близкую к средней и среднюю корреляционную связь с семенной продуктивностью ( $r = 0,24-0,46$ ). Число междоузлий стебля, количество бобов в головках, продолжительность периода от начала весеннего отрастания до начала цветения, двусемянность боба также имели положительную корреляцию с семенной продуктивностью, хотя и в меньшей степени ( $r = 0,04-0,24$ ). Выявленные корреляционные связи могут быть использованы в селекции клевера лугового при отборе исходного материала и браковке селекционных номеров с целью повышения эффективности и сокращения времени селекционного процесса.*

**Ключевые слова:** клевер луговой, селекция, семенная продуктивность, корреляция, отбор, растения, сухое вещество, стебли, головки, завязываемость семян, обсеменённость соцветий.

## PARAMETERS OF SELECTION OF PROMISING MATERIAL FOR BREEDING RED CLOVER IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Z.A. Zar'yanova, S.V. Kiryukhin**

FSBSI «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

**Abstract:** *When creating new varieties of red clover (*Trifolium pratense* L.), it is necessary to use a source material characterized by an increased weight of heads and dry matter of plants, an abundant number of stems and heads, seeds in the heads, high rates of seed setting and seeding of inflorescences due to their strong and average correlation with seed productivity ( $r = 0,57-0,89$ ). The length of the stems, the weight of 1000 seeds, and the fullness of the severity of the pattern on the leaves had a close to average and average correlation with seed productivity. ( $r = 0,24-0,46$ ). The number of internodes of the stem, the number of pods in the heads, the duration of the period from the beginning of spring regrowth to the beginning of flowering, the two-seeded pod also had a positive correlation with seed productivity, although to a lesser extent ( $r = 0,04-0,24$ ). The revealed correlations can be used in the selection of red clover in the selection of initial material and rejection of selection numbers in order to increase the efficiency and reduce the time of the selection process.*

**Keywords:** red clover, selection, seed productivity, correlation, selection, plants, dry matter, stems, heads, seed setting, seeding of inflorescences

Клевер луговой является источником полноценных, обогащённых белком кормов, используемых для всех видов сельскохозяйственных животных, а также средством биологизации земледелия, восстановления плодородия почв. Орловская область относится к одной из наиболее благоприятных зон возделывания клевера лугового, в том числе для товарного семеноводства [1]. Эта культура имеет первостепенное значение среди выращиваемых здесь многолетних трав и занимает ежегодно около 1/3 их посева [2].

Дальнейшее расширение посевов клевера лугового, повышение эффективности его возделывания связаны с созданием новых урожайных, экологически устойчивых селекционных сортов с высокой семенной продуктивностью для быстрого размножения и внедрения в производство. С целью ускорения селекционного процесса актуальное значение имеет изучение и использование корреляционных связей семенной продуктивности клевера лугового с его фенотипическими признаками, что облегчит отборы на всех этапах селекционного процесса.

Рядом ученых [3, 4, 5] установлено, что семенная продуктивность растений клевера лугового в большинстве случаев надёжно коррелирует с такими признаками, как количество генеративных стеблей, соцветий, число семян в головке. Выявлена связь образования семян с фертильностью пыльцы [6, 7], размерами семядолей, выраженностью рисунка на листьях (8), длиной вегетационного периода [5, 9], величиной корневой системы, содержанием глюкозы в корневой шейке [10]. Предпринимаются попытки использовать в селекции на повышенную семенную продуктивность полиэмбрионию клевера лугового [11, 12]. В связи с уменьшением популяций шмелей, являющихся природными опылителями клевера лугового, возникает необходимость вести отбор растений с укороченной трубкой венчика цветка для доступности опыления медоносными и дикими пчёлами, а также по признаку яркости окраски соцветий [13].

Проведенные другими авторами исследования показали, что семенная продуктивность клевера лугового имеет различные по значению корреляционные связи с его фенотипическими признаками. Значения некоторых показателей в различных источниках имеют существенные различия, что, вероятно, связано с особенностями изучаемого материала, климатическими условиями года и места проведения опытов. Проведенные нами эксперименты позволили определить признаки, свидетельствующие о максимальных показателях семенной продуктивности и рациональности отбора в этом направлении.

**Целью исследований** являлось: изучение корреляционных связей семенной продуктивности исходного и перспективного селекционного материала клевера лугового с его фенотипическими признаками в связи с необходимостью повышения эффективности селекционного процесса и ускорения времени создания новых сортов.

#### **Материал и методика**

Исследования проведены в Федеральном научном центре зернобобовых и крупяных культур в 1993-2019 гг. Работа осуществлялась в соответствии с общепринятыми методическими указаниями (Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов, 1985. – 187 с.; Методические указания по селекции и семеноводству клевера. – М.: ВНИИ кормов, 2002. – 71 с.; Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов, 1986. – 135 с.). Почва опытных участков тёмно-серая лесная, среднесуглинистого состава, слабокислая (рН 5,5-5,8). Содержание гумуса (по Тюрину) – 4,8-5,1 %.

В опытах были изучены сорта клевера лугового отечественного и зарубежного происхождения, номера собственной селекции, созданные методами отбора, гибридизации, создания сложногогибридных популяций (Среднерусский, Орлик, Памяти Лисицына, Орловский среднеранний, Сувенир, ВИК 7, ВИК 84, Марс, Дымковский, Кировский 159, Трио, Новичок, Tilo Dachenfeldt, Memmos, Fetzerskitzinger, ДС-134-56-8-32-2, ДС-134-56-39-11-1, ДС-134-56-8-32-4, ДС-134-56-10-73-4, ВИК 7 х Ротонде, ВИК 7 х Саппоро, ВИК 7 х Ранний 1, Болховский местный х Орион, Гд-44/92, Гд-45/92, Гд-63/92, ГД-201/11-ГД-220/11, СГП-152/97, СГП 159/97, СГП-6/98, СГП-7/98, ТОС 165/01, ТОС 169/01 и другие).

Закладка питомников осуществлялась семенами при индивидуальном стоянии растений по схеме 0,7 м х 0,7 м. Повторность – 20-50 растений каждого номера. В питомниках проводились наблюдения за ростом и развитием растений. Учёт урожайных и морфологических данных осуществлялся путём анализа каждого растения. В лабораторных условиях велась оценка мощности куста путём взвешивания всего растения, измерялась длина стеблей, подсчитывалось количество генеративных стеблей, междоузлий, головок, бобов и семян в головках. Определяли завязываемость семян, обсеменённость головок, двусемянность боба, вес головок и массу 1000 семян по каждому растению. После обмолота семян учитывалась семенная продуктивность растений.

Завязываемость семян определяли путём анализа 5 головок среднего яруса каждого растения как отношение числа всех завязавшихся семян к числу бобов в них. Обсеменённость головок рассчитывали как отношение выполненных (полноценных) семян к числу бобов в них. Двусемянность боба находили как отношение числа бобов с двумя семенами к общему числу бобов в тех же головках.

Обработка экспериментальных данных осуществлялась методом корреляционного анализа с использованием программного пакета Microsoft Office 2007.

Корреляционная зависимость между признаками считалась сильной (высокой) - при  $r > 0,7$ ; средней – при  $r = 0,3-0,7$ ; слабой (низкой) – при  $r < 0,3$  (Доспехов Б.А., 1985).

### **Результаты и обсуждение**

В процессе селекционной работы новый сорт проходит длинный путь, включающий отбор исходного материала и браковку селекционных номеров. Для ускорения селекционного процесса применяются различные приёмы, одним из которых является использование косвенного отбора на основе взаимосвязи (корреляции) пар признаков, которая может быть прямолинейной или криволинейной. Прямолинейная связь бывает сильной (высокой), средней и слабой (низкой), прямой (положительной) и обратной (отрицательной).

Проведённые исследования позволили выявить прямолинейные положительные корреляционные связи между семенной продуктивностью и фенотипическими признаками клевера лугового в условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона РФ.

Установлено, что сильная корреляционная связь существовала между семенной продуктивностью клевера лугового (г/раст.) и весом (г) сухих созревших головок ( $r = 0,81-0,84$ ), а также количеством (шт.) выполненных (полноценных) семян в головке ( $r = 0,72-0,89$ ) (табл.).

Высокую корреляционную связь семенная продуктивность имела с обсеменённостью соцветий, определяемой как отношение количества выполненных (полноценных) семян к числу бобов в головке ( $r = 0,70-0,80$ , в том числе  $r = 0,71-0,80$  для диплоидов и  $r = 0,70-0,75$  для тетраплоидов).

Семенная продуктивность клевера лугового в значительной степени определялась завязываемостью семян, рассчитываемой как отношение суммы выполненных и щуплых семян к числу бобов в головке –  $r = 0,49-0,77$ , причём более выраженной она была для диплоидов -  $r = 0,66-0,77$  и менее выраженной для тетраплоидов -  $r = 0,49-0,76$ ).

Семенная продуктивность клевера лугового была тесно связана с числом завязавшихся семян в головках (сумма полноценных и щуплых семян) –  $r = 0,63-0,86$ , в том числе  $r = 0,79-0,81$  для диплоидов и  $r = 0,63-0,86$  для тетраплоидов. Для урожайности семян тетраплоидов наибольшее значение имело не только общее содержание семян в головках, но и количество выполненных семян ( $r = 0,84-0,89$ ), так как у них часть завязавшихся семян отмирает на различных этапах онтогенеза и удаляется в виде щуплой фракции во время сортировки.

Семенная продуктивность растений клевера лугового при индивидуальном стоянии в значительной степени определялась мощностью их развития – наблюдалась приближающаяся к сильной и сильная корреляционная связь сбора семян с весом сухой массы растения ( $r = 0,70-0,72$ ).

Высокой урожайностью семян характеризовались растения, имеющие наибольшее количество стеблей –  $r = 0,61-0,83$ , что было присуще как диплоидным, так и тетраплоидным сортообразцам ( $r = 0,61-0,79$  и  $r = 0,55-0,83$  соответственно).

Семенная продуктивность в значительной степени зависела от количества продуктивных головок на растении –  $r = 0,57-0,89$ , в том числе для диплоидов -  $r = 0,57-0,78$ , для тетраплоидов -  $r = 0,76-0,89$ .

Между семенной продуктивностью и длиной стебля отмечена средняя положительная корреляционная связь ( $r = 0,43-0,46$ ).

Установлена приближающаяся к средней и средняя корреляционная связь семенной продуктивности с наличием и степенью (в баллах) выраженности рисунка на листьях ( $r = 0,28-0,30$ ).

Семенная продуктивность клевера лугового имела сопряжённость с массой 1000 семян –  $r = 0,24-0,45$ . Для диплоидных сортообразцов эта связь приближалась к средней ( $r = 0,24-0,32$ ), для тетраплоидов она являлась уверенно средней в связи с более крупными семенами ( $r = 0,39-0,45$ ).

У диплоидов клевера лугового отмечена прямая положительная корреляционная связь, хотя и в слабой степени, между семенной продуктивностью растений и количеством междоузлий стебля -  $r = 0,14-0,17$ , двусемянностью боба -  $r = 0,09-0,18$ . Взаимосвязь между количеством бобов в головке и семенной продуктивностью также была низкой -  $r = 0,04-0,18$ , в том числе для диплоидов -  $r = 0,12-0,18$ , для тетраплоидов -  $r = 0,04-0,16$ .

Таблица

**Фенотипические признаки клевера лугового, положительно коррелирующие с семенной продуктивностью**

Наименование признака	Коэффициент корреляции с семенной продуктивностью (r)		
	клевер луговой	в т. ч. диплоиды (2 х)	в т. ч. тетраплоиды (4 х)
Вес созревших сухих головок, г/раст.	0,81-0,84	0,81-0,84	0,82-0,83
Количество выполненных (полноценных) семян в головке, в среднем, шт.	0,72-0,89	0,72-0,76	0,84-0,89
Обсеменённость соцветий, %	0,70-0,80	0,71-0,80	0,70-0,76
Вес сухой массы растения, г	0,70-0,72	0,70-0,72	0,70-0,71
Общее количество семян в головке, в среднем, шт.	0,63-0,86	0,79-0,81	0,63-0,86
Количество генеративных стеблей, шт./раст.	0,61-0,83	0,61-0,79	0,55-0,83
Количество продуктивных головок, шт./раст.	0,57-0,89	0,57-0,78	0,76-0,89
Завязываемость семян, %	0,49-0,77	0,66-0,77	0,49-0,76
Длина стебля, см	0,43-0,46	0,43-0,46	0,43-0,45
Выраженность рисунка на листьях, балл	0,28-0,30	0,28-0,30	0,28-0,30
Масса 1000 семян, г	0,24-0,45	0,24-0,32	0,39-0,45
Количество междоузлий, шт.	0,14-0,17	0,14-0,17	0,14-0,17
Продолжительность периода от начала весеннего отрастания до начала цветения, дней	0,09-0,24	0,09-0,24	0,12-0,20
Двусемянность боба, %	0,09-0,18	0,09-0,18	
Количество бобов в головке, в среднем, шт.	0,04-0,18	0,12-0,18	0,04-0,16

Установлено, что в северной части Центрально-Чернозёмного региона, в частности в Орловской области, имеется положительная корреляционная связь, хотя и в слабой степени,

семенной продуктивности клевера лугового с продолжительностью вегетационного периода от начала весеннего отрастания до начала цветения ( $r = 0,09-0,24$ ), в отличие от отрицательного коэффициента корреляции между этими признаками в условиях Московской области [5]. Это говорит о том, что Орловская область является благоприятной зоной для возделывания на семенные цели не только раннеспелых сортов клевера лугового, но также среднеспелых и позднеспелых сортов, что подтверждается полученными урожайными данными [12].

### Заключение

В условиях северной части Центрально-Чернозёмного региона РФ при создании новых сортов клевера лугового необходимо использовать исходный материал, представленный растениями с высокой массой сухого вещества, большим количеством генеративных стеблей, обилием головок. Имеет значение высокая завязываемость семян и повышенная обсеменённость соцветий, общее количество семян в головках, в первую очередь полноценных (выполненных). Эти признаки в средней и сильной степени сопряжены с семенной продуктивностью ( $r = 0,55-0,89$ ). Необходимо обращать внимание на длину стеблей, массу 1000 семян, полноту выраженности рисунка на листьях, имеющих приближающуюся к средней и среднюю корреляционную связь с семенной продуктивностью ( $r = 0,24-0,46$ ). Желательно, чтобы исходный материал характеризовался наибольшим количеством бобов в головках, двусемянностью боба, среднеспелостью или позднеспелостью, так как эти признаки в почвенно-климатических условиях проведения исследований также имеют положительную корреляционную связь с семенной продуктивностью, хотя и в слабой степени ( $r = 0,04-0,24$ ).

Выявленная положительная корреляционная связь между семенной продуктивностью и продолжительностью вегетационного периода от начала весеннего отрастания до начала цветения клевера лугового свидетельствует, что в условиях Орловской области имеются возможности для возделывания на семенные цели не только раннеспелых, но также среднеспелых и позднеспелых сортов этой культуры.

Установленные корреляционные связи могут быть использованы в селекции клевера лугового на повышенную семенную продуктивность при отборе исходного материала и браковке селекционных номеров.

### Литература

1. Переправо Н.И., Золотарев В.Н., Новосёлов М.Ю., Карпин В.И., Антонов В.И., Рябова В.Э. Агроэкологические и биологические основы зонального семеноводства клевера лугового // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – С. 254-264.
2. Зарьянова З.А. Выявление и создание селекционных источников с повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, ограничивающих клеверосеяние в северной части Чернозёмной зоны РФ // Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. – М.: ООО «Эльф ИПР», 2012. – С. 149-160.
3. Полюдина Р.И. Клевер в Сибири: монография. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – 348 с.
4. Лящук Л.И. Корреляционная связь количественных признаков у клевера лугового // Научные методы повышения урожайности и качества зерновых и кормовых культур: Сборник научных трудов. - Мироновка, 1986. – С. 41-42.
5. Зарьянова З.А. Корреляционная зависимость между семенной продуктивностью и хозяйственно-биологическими признаками клевера лугового // Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции молодых учёных и аспирантов по актуальным проблемам интенсификации кормопроизводства (июнь 1991 г.) / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1991. – С. 67.
6. Новосёлов М.Ю., Дробышева Л.В., Зятчина Г.П. и др. Современные методы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России // Земледелие. – 2014. - № 3. - С. 44-46.
7. Бекузарова С.А. Селекция клевера лугового. – Владикавказ: Изд. Горского ГАУ, 2006. - 176 с.
8. Кирюхин С.В., Зарьянова З.А. Изучение признака пятнистости листа клевера лугового и выделение перспективного материала // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. - № 1 (13). – С. 102-105.
9. Зарьянова З.А. Семенная продуктивность сортов клевера лугового различного типа спелости в условиях северной части Центрально - Чернозёмного региона // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. - № 2. – С. 108-115.
10. Ковалевская Л.И. Бушуева В.И. Изменчивость морфологических и хозяйственно- ценных признаков у клевера лугового и её использование в селекции // Вестник Белорусской гос. с.-х. академии. - 2016. - № 3. - С. 74-78.

11. Новосёлова А.С., Косицына-Пинегина Е.А. Двусемянность бобов – фактор увеличения семенной продуктивности клевера лугового // Доклады ВАСХНИЛ. – 1982. - № 9. – С. 22-24.
12. Зарьянова З.А., Кирюхин С.В. Особенности полиэмбрионии клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в связи с селекцией на повышенную семенную продуктивность // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. - № 4 (28). – С. 125-130.
13. Бекузарева С.А., Зарьянова З.А. Способ отбора растений клевера лугового с высокой семенной продуктивностью // Патент на изобретение № 2695447. Заявка № 2018109650 от 19.03.2018; опублик. 23.07.2019; Бюл. № 21.

### References

1. Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Novoselov M.Yu., Karpin V.I., Antonov V.I., Ryabova V.E. Agroekologicheskie i biologicheskie osnovy zonal'nogo semenovodstva klevera lugovogo. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo [Agroecological and biological foundations of zonal seed production of red clover. Ecological selection and seed production of red clover]. Moscow, OOO «El'fIPR», 2012, pp. 254-264.
2. Zar'yanova Z.A. Vyyavlenie i sozдание selektsionnykh istochnikov s povyshennoi ustoichivost'yu k bioticheskim i abioticheskim faktoram sredy, ogranichivayushchikh klevroseyanie v severnoi chasti Chernozemnoi zony RF. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo [Identification and creation of breeding sources with increased resistance to biotic and abiotic environmental factors that limit clover sowing in the northern part of the Chernozem zone of the Russian Federation. Ecological selection and seed production of red clover]. Moscow, OOO «El'fIPR», 2012, pp. 149-160.
3. Polyudina R.I. *Klever v Sibiri: monografiya* [Clover in Siberia: a monograph]. Novosibirsk: SFNTsA RAN, 2017, 348 p.
4. Lyashchuk L.I. *Korrelyatsionnaya svyaz' kolichestvennykh priznakov u klevera lugovogo. Nauchnye metody povysheniya urozhainosti i kachestva zernovykh i kormovykh kul'tur: Sbornik nauchnykh trudov* [Correlation of quantitative characters in red clover. Scientific methods of increasing the yield and quality of grain and fodder crops: Collection of scientific papers], Mironovka, 1986, pp. 41-42.
5. Zar'yanova Z.A. [Correlation dependence between seed productivity and economic and biological characteristics of red clover]. *Tezisy dokladov Vsesoyuznoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i aspirantov po aktual'nykh problemam intensivatsii kormoproizvodstva (iyun' 1991 g.). VNIi kormov im. V.R. Vil'yamsa* [Abstracts of the All-Union Scientific Conference of Young Scientists and Postgraduates on Actual Problems of Intensification of Forage Production (June 1991), Wilyams Fodder Institute]. Moscow, 1991, p. 67.
6. Novoselov M.Yu., Drobysheva L.V., Zyatchina G.P. et al. *Sovremennye metody v selektsii klevera lugovogo dlya kormoproizvodstva Rossii* [Modern methods in breeding red clover for forage production in Russia]. *Zemledelie*, 2014, no. 3, pp. 44-46.
7. Bekuzarova S.A. *Selektsiya klevera lugovogo* [Selection of red clover]. Vladikavkaz: *Izd. Gorskogo GAU*, 2006, 176p.
8. Kiryukhin S.V., Zar'yanova Z.A. *Izuchenie priznaka pyatnistosti lista klevera lugovogo i vydelenie perspektivnogo materiala* [Study of the trait of leaf spot in red clover and identification of promising material]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2015, no. 1 (13), pp. 102-105.
9. Zar'yanova Z.A. *Semennaya produktivnost' sortov klevera lugovogo razlichnogo tipa spelosti v usloviyakh severnoi chasti Tsentral'no - Chernozemnogo regiona* [Seed productivity of red clover varieties of various ripeness types in the northern part of the Central Black Earth region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 2, pp. 108-115.
10. Kovalevskaya L.I., Bushueva V.I. *Izmenchivost' morfologicheskikh i khozyaistvenno- tsennykh priznakov u klevera lugovogo i ee ispol'zovanie v selektsii* [Variation of morphological and economically valuable traits in red clover and its use in breeding]. *Vestnik Belorusskoi gos. s.-kh. akademii*, 2016, no. 3, pp. 74-78.
11. Novoselova A.S., Kositsyna-Pinegina E.A. *Dvusemyannost' bobov - faktor uvelicheniya semennoi produktivnosti klevera lugovogo* [Two-seeded beans is a factor in increasing the seed productivity of red clover. VASKHNIL reports]. *Doklady VASKhNIL*, 1982, no. 9, pp. 22-24.
12. Zar'yanova Z.A., Kiryukhin S.V. *Osobennosti poliembrionii klevera lugovogo (Trifolium pratense L.) v svyazi s selektsiei na povyshennuyu semennuyu produktivnost'* [Peculiarities of polyembryony of red clover (*Trifolium pratense* L.) in connection with selection for increased seed productivity]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, no. 4 (28), pp. 125-130.
13. Bekuzarova S.A., Zar'yanova Z.A. *Sposob otbora rastenii klevera lugovogo s vysokoi semennoi produktivnost'yu* [Способ отбора растений клевера лугового с высокой семенной продуктивностью] Patent RF no. 2695447, request no. 2018109650 dated 19.03.2018; published 23.07.2019; Bulletin no. 21.