

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ И СОРТОВ КЛЕВЕРА ГИБРИДНОГО РАЗЛИЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА*

В. И. Чернявских, доктор сельскохозяйственных наук, **Е. В. Думачева**, доктор биологических наук, **Л. Д. Сайфутдинова**, **В. Г. Чмирев**

Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В. Р. Вильямса,
141055, Московская обл., Лобня, ул. Научный городок, корп. 1
E-mail: dumacheva63@mail.ru

*Исследования проводили с целью оценки дикорастущих форм клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.) различного географического происхождения в год посева (первый год жизни травостоя), в сравнении с районированными сортами, в условиях неустойчивого увлажнения Центрально-Черноземного региона. Изучено 20 сортов и дикорастущих форм – сорта Новатор (стандарт), Первенец, Фрегат, дикорастущие формы из Северо-Западного, Центрального, Волго-Вятского, Центрально-Черноземного регионов, Татарстана, Чувашии, Канады и др.) работу выполняли в Белгородской области в двух закладках коллекционных питомников в 2022–2023 гг. на черноземе типичном. Наибольшей урожайностью сухого вещества в год посева (0,411...0,504 кг/м²) в среднем за два года отличались сорта Новатор (стандарт) и Первенец, а также дикорастущие формы из Канады (ВИК 8), Татарстана (ВИК № 753), Московской (М-2/21) и Белгородской (Б-2/20) областей. Особую ценность переставляет форма М-2/21. При урожайности сухого вещества в год посева в 2022 г. на уровне стандарта (0,416 кг/м²), в 2023 г. номер обеспечивал урожайность 0,672 кг/м², достоверно превосходя стандарт на 0,165 кг/м², или 32,5 %. В среднем за два года образцы проявляли значительную морфологическую разнотипность и вариацию по длине стебля (43,1...57,6 см), массе одного стебля (1,6...3,5 г), облиственности (26,5...50,1 %). При оценке форм клевера гибридного по продуктивности в год посева к наиболее надежным признакам оценки можно отнести длину ($r=0,514$) и массу стебля ($r=0,599$), степень проявления антоциановой окраски стебля ($r=0,501$) и площадь листа ($r=0,521$). Использование кластерного анализа позволяет достаточно надежно выделять ценные селекционные образцы по комплексу сопряженных селекционных признаков.*

EVALUATION OF BREEDING FORMS AND VARIETIES OF HYBRID CLOVER OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

V. I. Cherniavskih, E. V. Dumacheva, L. D. Sajfutdinova, V. G. Chmirev

Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology,
141055, Moskovskaya obl., Lobnya, ul. Nauchnyi gorodok, korp. 1
E-mail: dumacheva63@mail.ru

*The aim of the research was to evaluate wild forms of hybrid clover (*Trifolium hybridum* L.) of different geographical origin in the year of sowing (the first year of herbage life), in comparison with varieties, under conditions of unstable moisture in the Central Black Earth region. We studied 20 varieties and wild forms – varieties Novator (standard), Pervenets, Fregat, wild forms from the North-West, Central, Volgo-Vyatsky, Central Black Earth regions, Tatarstan, Chuvashia, Canada, etc.). The research was conducted in Belgorod region in two plots of collection nurseries in 2022–2023 on typical chernozem. The highest dry matter yield in the year of sowing (0.411...0.504 kg/m²) on average for two years possessed varieties Novator (standard) and Pervenets, as well as wild forms from Canada VIC 8, Tatarstan – VIC № 753, Moscow – M-2/21 and Belgorod – B-2/20 regions. The form M-2/21 is of particular value. With dry matter yield in the year of sowing in 2022 at the level of the standard (0.416 kg/m²) in 2023 the number provided a yield of 0.672 kg/m², significantly exceeding the standard by 0.165 kg/m², or 32.5 %. On average for two years, the samples showed significant morphological dissimilarity and variation in length of one stem (43.1...57.6 cm), weight of one stem (1.6...3.5 g), obliquity (26.5...50.1 %). When evaluating the forms of hybrid clover by productivity in the year of sowing, the most reliable evaluation traits include stem length ($r=0.514$) and stem weight ($r=0.599$), the degree of anthocyanin colouration of the stem ($r=0.501$) and leaf area ($r=0.521$).*

Ключевые слова: гибридный клевер (*Trifolium hybridum* L.), урожай сухого вещества, селекция, морфологические признаки, дикорастущие формы, сорта, кластерный анализ, корреляция

Key words: *Trifolium hybridum* L., dry matter yield, selection, morphological characters, wild forms, varieties, cluster analysis, correlation

Многолетние бобовые травы – важнейший компонент агроэкосистем и неизменный лидер по продуктивности, полифункциональности, экологической ценности, по сравнению с другими культурами, для сохранения и повышения почвенного плодородия, стабилизации кормовой базы животноводства [1, 2, 3].

Для различных регионов страны особую важность приобретают вопросы расширения сортимента

и видового разнообразия кормовых бобовых трав связанные с необходимостью использования различных почв, в том числе с низким плодородием, освоения залежей, быстрого создания устойчивой кормовой базы животноводства. На сегодняшний день это сопряжено с острой необходимостью импортозамещения и формирования рынка отечественных семян [4, 5].

*исследования выполнены при поддержке Нацпроекта «Наука и университеты» на создание молодежной лаборатории в рамках Госзадания FGGW-2022-0013 «Разработка теоретических основ ускорения интродукции, селекции и повышения эффективности семеноводства сельскохозяйственных растений на основе оценки сопряженности фундаментальных физиологических процессов».

Ценной культурой для создания травостоев различного назначения считают клевер гибридный или шведский (*Trifolium hybridum* L.), обладающий широкой амплитудой устойчивости к комплексу био- и абиотических факторов [6, 7, 8].

Его активно используют в смешанных посевах, при создании лугов и пастбищ, кормовых севооборотов, а также в качестве сидеральной и медоносной культуры [9, 10]. Ткани растений клевера гибридного содержат ряд биологически активных веществ, в связи с чем его рассматривают как возможный источник флавоноидов и изофлавоноидов [11, 12].

Работу по созданию сортов клевера гибридного в России ведут с 60-х гг. прошлого века. Селекция на продуктивность зеленой массы, семенную продуктивность, содержания белка, жира и клетчатки в сухом веществе, позволила создать ряд ценных сортов и селекционных форм [13].

В 1962–2022 гг. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, включены 16 сортов клевера, в том числе 15 – отечественной селекции. Большую роль в становлении и развитии селекции клевера гибридного играют ученые Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса (ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»), создавшие такие высокопродуктивные сорта, как Первенец (1979 г.), Маяк (1999 г.) и Новатор (2022 г.) [14].

В современных работах широко используют индуцированный мутагенез, метод поликросса, экологическую селекцию, многократный массовый отбор из местных популяций и сортов, биотипический отбор с привлечением в качестве источников ценных признаков родительских форм, имеющих различное происхождение и высокую общую комбинационную способность [15].

Мировой опыт возделывания клевера гибридного показал значительную ценность местных дикорастущих форм, их высокую продуктивность, устойчивость к неблагоприятным факторам среды [16].

Тенденцией современного травосеяния считают максимальную интенсификацию производства на основе ускоренного формирования высокопродуктивных травостоев уже непосредственно в год посева с их использованием как в однолетней, так и в многолетней культуре [17, 18]. Вовлечение в процесс селекции дикорастущих форм различного эколого-географического происхождения, позволяет вести необходимый отбор исходного материала, обладающего рядом полезных селекционных признаков и свойств [19, 20].

Клевер гибридный – высокопродуктивная культура, распространенная в регионах с достаточным количеством влаги. Главной задачей его селекции сегодня считают создание высокопродуктивных сортов высокого качества, адаптированных к различным экологическим условиям изменяющегося климата в разных регионах [21]. Клевер гибридный, обладая потенциально высокой скоростью роста на начальных этапах, может быть перспективным не только в зонах с достаточным увлажнением, но и в других регионах [22].

Цель исследования – оценка дикорастущих форм клевера гибридного различного географического происхождения в год посева (первый год жизни травостоя), в сравнении с наиболее продуктивными сортами, в условиях неустойчивого увлажнения Центрально-Черноземного региона.

Методика. Изучали 20 селекционных образцов клевера гибридного из коллекции лаборатории генофонда

ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», а также селекционные сорта и оригинальные образцы, отобранные авторами в экотопах юга Среднерусской возвышенности и Московской области – сорта Новатор, Маяк, Первенец (селекции ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»), сорт Фрегат (селекции Федерального аграрного научного центра Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого), ВИК № 785 (дикорастущий, Тверская область), ВИК № 92 (дикорастущий, Сахалин), ВИК № 795 (дикорастущий, Рязанская область), ВИК № 755 (дикорастущий, Чувашия), ВИК № 612 (дикорастущий, Ленинградская область), ВИК № 641 (дикорастущий Вологодская область), ВИК № 534 (дикорастущий Карелия), ВИК № 672 (дикорастущий, Смоленская область), ВИК № 8 (дикорастущий, Канада), ВИК № 665 (дикорастущий, Нижегородская область), ВИК № 753 (дикорастущий, Республика Татарстан), М-2/21 (дикорастущий, Московская область), М-3/21 (дикорастущий, Московская область), М-4/21 (дикорастущий, Московская область), Б-1/20 (дикорастущий, Белгородская область), Б-2/20 (дикорастущий, Белгородская область).

Оценивали проявление основных морфологических признаков и свойств растений клевера гибридного первого года жизни (год посева) в условиях Центрально-Черноземного региона.

Исследования проводили на опытном поле семеноводческого предприятия ИП «С. А. Мавродин» в с. Драгунское Белгородского района Белгородской области. Почва – чернозем типичный, содержание гумуса 4,9...5,1 %, P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 120 и 180 мг/кг соответственно, pH_{KCl} – 6,8. За период вегетации с температурой воздуха выше $10^{\circ}C$ среднесуточное количество выпадающих осадков составляет 275 мм, среднесуточная температура воздуха – $16,8^{\circ}C$.

Исследования выполняли стандартным методом в двух закладках коллекционных питомников в 2022 и 2023 гг. [23]. Делянки однорядные длиной 3 м, ширина междурядий 0,7 м. Норма высева – 100 всхожих семян на 1 погонный метр. Стандарт – сорт Новатор, высевали через каждые 4 номера. Коллекционный питомник закладывали без повторностей в соответствии с общепринятой методикой [24]. Учет урожая зеленой массы проводили путем скашивания делянок 1 раз за вегетацию в фазе начала цветения. Оценивали среднюю урожайность стандарта, его варьирование и стандартную ошибку, за ошибку урожайности селекционных образцов принимали стандартную ошибку среднего стандарта по общепринятой методике оценки селекционных данных с малым количеством исходного материала в селекционных питомниках [25]. Зеленую массу высушивали в сушильном шкафу при температуре $105^{\circ}C$ и определяли массовую долю сухого вещества (СВ). Урожайность зеленой массы пересчитывали на сухое вещество. После этого проводили попарное сравнение величин урожая селекционных образцов со средним стандарта. Разницу оценивали с использованием *t*-критерия, применение которого обусловлено тем, что дисперсии урожая образцов одинаковы [26].

На отдельных растениях оценивали стандартные морфологические признаки в соответствии с UPOVTG/5/4 [27] и дополнительные показатели – масса листьев (г), масса стебля (г), масса 1 стебля с листьями (г), облиственность (%), длина стебля (см), толщина стебля (см), число междоузлий стебля (шт.), длина листа (см), ширина листа (см), соотношение длина/ширина листа, площадь листа (cm^2), интенсивность окраски соцветия (1...9 баллов), диаметр соцветия (см), интенсивность антоциановой окраски стебля (1...9 баллов).

Табл. 1. Характеристика селекционных образцов клевера гибридного в первый год жизни по некоторым морфологическим признакам

Селекционный образец	Масса стебля, г СВ			Длина стебля, см			Облиственность, %		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
Новатор (st)	2,9	4,1	3,5	43,4	62,3	52,9	40,9	37,1	39,0
Маяк	2,1*	2,9*	2,5*	44,0	52,7*	48,4	31,2	31,6	31,4
Первенец	3,1	4,1	3,6	39,6	63,3	51,5	38,8	37,4	38,1
ВИК № 785	1,4*	1,8*	1,6*	43,7	50,6*	47,2	25,5	27,4	26,5
ВИК № 92	1,9*	2,0*	2,0*	44,2	51,8*	48,0	41,7	30,2	36,0
ВИК №795	2,6	3,0*	2,8	47,2	56,3	51,8	40,5	40,3	40,4
ВИК №755	2,3*	3,2	2,8	39,3	55,1	47,2	45,9	31,2	38,6
Фрегат	1,6*	1,8*	1,7*	33,2*	54,3	43,8*	42,2	38,9	40,6
ВИК №612	1,9*	2,1*	2,0*	36,4*	53,2*	44,8*	36,5	36,5	36,5
ВИК №641	2,1*	3,2	2,6*	37,4*	51,5*	44,5*	39,9	36,0	38,0
ВИК №534	2,5	2,9*	2,7	43,3	64,5	53,9	44,2	37,9	41,1
ВИК №672	2,0*	2,6*	2,3*	36,7*	56,8	46,8	37,1	41,7	39,4
ВИК №8	2,9	4,1	3,5*	46,9	68,2	57,6	45,9	44,3	45,1
ВИК №665	2,6	3,0*	2,8*	40,5	52,2*	46,4	43,2	44,5	43,9
ВИК №753	2,6	3,4*	3,0*	45,6	57,6	51,6	52,1	44,2	48,2
М-2/21	2,9	4,6	3,8*	41,8	67,4	54,6	43,2	33,9	38,6
М-3/21	1,9*	2,8*	2,4*	32,4*	53,7*	43,1*	46,3	38,2	42,3
М-4/21	2,9	3,5	3,2	47,1*	56,5	51,8	53,7	46,4	50,1*
Б-1/20	1,6*	1,8*	1,7*	32,3*	53,3*	42,8*	52,2	39,9	46,1
Б-2/20	1,9*	1,9*	1,9*	37,4*	54,4	45,9	45,6	39,1	42,4
Среднее	2,3	2,9	2,6	40,6	56,8	48,7	42,3	37,8	40,1
НСР ₀₅	0,4	0,9	0,9	5,1	8,2	7,0	10,5	F<F ₀₅	13,3

*различия достоверны, по сравнению со стандартом, при $p < 0,05$.

Для выявления естественной объективно существующей связи между изучаемыми селекционными образцами, которые можно отнести к выборке, взятой из различных генеральных совокупностей (из регионов с различными географическими и климатическими условиями) применяли кластерный анализ. Для его проведения использовали средние характеристики 20-и сортообразцов за 2022–2023 гг. по ранее перечисленным изучаемым результативным признакам. Метод кластеризации – самый дальний сосед (полная связь), метрика расстояния – Евклидова, пакет прикладных программ Statgraphics.

Морфологические признаки оценивали в 20-и кратной повторности. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа. Для выявления силы влияния факторов на результативные признаки использовали метод Снедекора. Для выявления тесноты связей между изучаемыми признаками использовали корреляцию Пирсона [28].

Результаты и обсуждение. Для популяций клевера гибридного различного географического происхождения была характерна значительная изменчивость морфологических признаков (форма куста, длина и ширина листочков, их форма, длина стеблей, число междоузлий, окраска соцветий размеры головки соцветия и др.), обусловленная популяционными особенностями форм различного географического происхождения, экологическими условиями исходных местообитаний. Проявление тех или иных признаков в культуре в значительной степени зависит от региональных экологических условий [16].

В годы исследования (2022–2023 гг.) изменчивость длины стебля у сортов и селекционных образцов различного географического происхождения составляла 32,3...68,2 см, массы одного стебля – 1,4...4,6 г, толщины стебля – 2,7...3,7 мм, длины листа – 2,4...3,5 см, ширины листа – 1,3...2,6 см (табл. 1).

Варьирование обусловлено как особенностями сортообразцов, так и условиями года. В 2022 г. масса стебля на уровне стандарта отмечена у растений восьми образцов (Первенец, ВИК № 795, ВИК № 534, ВИК № 8, ВИК № 665, ВИК № 753, М–2/21) с массой стебля 2,5...3,1 г СВ. В 2023 г. таких было шесть (Первенец, ВИК № 755, ВИК № 641, ВИК № 8, М-2/21, М-4/21)

с варьированием от 3,2 до 4,6 г. У растений остальных номеров масса стебля была ниже, чем у стандарта, в 2022 г. на 10,3...51,7 %, в 2023 г. – на 26,8...56,1 %. В среднем за два года исследований селекционные образцы Маяк, ВИК № 785, ВИК № 92, Фрегат, ВИК № 612, ВИК № 672, Б-1/20 и Б-2/20 по массе стебля уступали стандарту на 1,7...2,5 г.

Длина стебля изученных образцов в 2022 г. варьировала в пределах 32,2...47,2 см, в 2023 г. – 50,6...68,2 см. За два года исследований селекционные образцы ВИК № 612, ВИК № 641, М-3/21, Б-1/20 были ниже стандарта в среднем на 8,1...10,1 см.

По облиственности растений изученные селекционные образцы отличались от стандарта не значительно. Отдельно необходимо отметить образец М-4/21, найденный в Московской области, со средней за два года облиственностью 50,1 %, что на 11,1 % выше стандарта.

Наши данные в целом согласуются с результатами исследований Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР)

Табл. 2. Сила влияния различных факторов проявление морфологических признаков клевера гибридного (2022–2023 гг.)

Признак	Сила влияния фактора, % ¹				
	h ² _A	h ² _B	h ² _{AB}	h ² _П	h ² _{сл}
Масса листьев, г	9,7	43,1	9,5*	1,2	36,5
Масса стебля, г	30,1	40,5	9,5	0,4	19,5
Масса 1 стебля с листьями, г	23,4	42,0	10,4	0,8	23,4
Облиственность, %	5,4*	40,2	6,7*	0,1	47,5
Длина стебля, см	11,2	57,6	15,8	1,0	14,3
Толщина стебля, см	4,9*	26,8*	5,8*	5,8	56,7
Число междоузлий стебля, шт	2,2	60,7	2,3*	2,8	35,4
Длина листа, см	1,2*	50,7	1,9*	2,5	43,7
Ширина листа, см	15,0	42,7	1,3*	3,2	37,9
Площадь листа, см ²	5,8	56,0	0,7*	5,3	32,0
Соотношение длина/ширина	3,5	42,4	0,8*	0,8	52,4
Интенсивность окраски соцветия, балл	4,9*	26,8*	5,8*	5,8	56,7
Диаметр соцветия, см	10,7	53,7	3,5*	1,5	33,2
Антоциановая окраска стебля, балл	19,1	6,4*	1,1	0,2	32,4

¹сила влияния источника вариации: h²_A – фактор А «условия года»; h²_B – фактор В «генотип селекционного образца»; h²_{AB} – взаимодействие факторов АВ; h²_П – повторение; h²_{сл} – случайные факторы; *нулевую гипотезу влияния организованного фактора на результативный признак в опыте отвергать нельзя (F_f < F₀₅).

при изучении изменчивости признаков популяций клевера гибридного прибалтийской, западносибирской, среднерусской, канадской, западноевропейской и скандинавской агроэкологической групп, а также северо-русского, сахалинского, кавказского экотипа дикорастущих клеверов. Растения разных популяций обладали высоким полиморфизмом различных признаков, что необходимо учитывать при их селекционной оценке в тех или иных экологических условиях [16].

Дисперсионный анализ двухфакторных комплексов позволил оценить степень влияния организованных факторов (А – «условия года», В – «генотип селекционного образца» и их взаимодействие), а также неорганизованных факторов. Самая высокая доля в общем варьировании большинства изученных признаков приходилась на генотип. Самое сильное влияние он оказывал число междоузлий ($h^2_B=60,7\%$), площадь листа ($h^2_B=60,7\%$), на длину стеблей ($h^2_B=57,6\%$), диаметр соцветия ($h^2_B=53,7\%$). Это может свидетельствовать о том, что они наиболее важны при оценке исходного материала (табл. 2).

В год посева наименьшая урожайность зеленой массы (2022 г. – 0,153...0,231 кг/м², 2023 г. – 0,131...0,299 кг/м²) отмечена у сорта Фрегат (Кировская область), селекционных образцов ВИК № 92 (дикорастущий, Сахалин), ВИК № 755 (дикорастущий, Чувашия), ВИК № 534 (дикорастущий Карелия), ВИК № 672 (дикорастущий, Смоленская область), ВИК № 665 (дикорастущий, Нижегородская область). Остальные генотипы формировали урожайность на уровне стандарта или выше: в 2022 г. – 0,262...0,416 кг/м², в 2023 г. – 0,402...0,672 кг/м² (табл. 3).

Наибольший интерес среди изученных образцов представляла дикорастущая форма М-2/21, отобранная в Московской области. При урожайности сухого вещества в год посева в 2022 г. на уровне стандарта (0,416 кг/м²), в 2023 г. она составила 0,672 кг/м², что было достоверно выше стандарта на 0,165 кг/м², или 32,5%. Образец отличался высокой скоростью роста в год посева и быстро формировал продуктивную травостой.

Для группировки селекционных образцов по нескольким признакам одновременно и комплексной

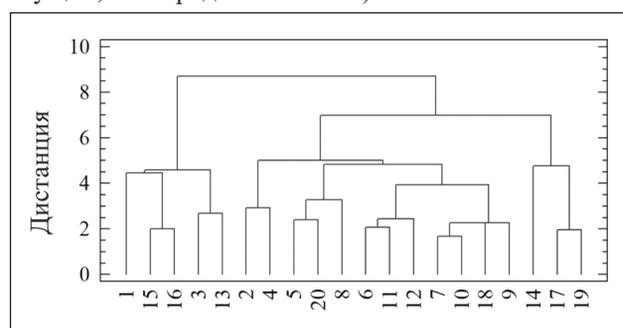
Табл. 3. Урожай сухого вещества селекционных образцов клевера гибридного различного географического происхождения, кг/м²

Селекционный образец	2022 г.		2023 г.		В среднем	
	М±m	t _f *	М±m	t _f	М±m	C _v , %
Новатор (st)	0,336±0,020	-	0,507±0,026	-	0,421±0,086	28,8
Маяк	0,298±0,018	1,4	0,488±0,025	0,5	0,393±0,095	34,2
Первенец	0,314±0,019	0,8	0,507±0,026	0,1	0,411±0,097	33,2
ВИК № 785	0,262±0,016	2,9	0,412±0,021	2,8	0,337±0,075	31,5
ВИК № 92	0,167±0,010	7,5	0,131±0,007	14,0	0,149±0,018	17,1
ВИК № 795	0,319±0,019	0,6	0,408±0,021	3,0	0,364±0,045	17,3
ВИК № 755	0,183±0,011	6,7	0,286±0,015	7,4	0,235±0,05	31,1
Фрегат	0,203±0,012	5,7	0,281±0,014	7,6	0,242±0,03	22,8
ВИК № 612	0,283±0,017	2,0	0,402±0,021	3,1	0,343±0,060	24,6
ВИК № 641	0,316±0,019	0,7	0,418±0,021	2,6	0,367±0,051	19,7
ВИК № 534	0,153±0,009	8,3	0,196±0,010	11,2	0,175±0,022	17,4
ВИК № 672	0,231±0,014	4,3	0,357±0,018	4,7	0,294±0,063	30,3
ВИК № 8	0,336±0,022	0,1	0,611±0,031	2,6	0,474±0,138	41,1
ВИК № 665	0,202±0,012	5,7	0,299±0,015	6,9	0,251±0,049	27,4
ВИК № 753	0,381±0,023	1,5	0,627±0,032	2,9	0,504±0,123	34,5
М-2/21	0,416±0,025	2,5	0,672±0,034	3,8	0,544±0,128	33,3
М-3/21	0,298±0,018	1,4	0,431±0,022	2,2	0,365±0,067	25,8
М-4/21	0,312±0,019	0,9	0,583±0,030	1,9	0,448±0,136	42,8
Б-1/20	0,386±0,023	1,7	0,422±0,022	2,5	0,404±0,018	6,3
Б-2/20	0,398±0,024	2,0	0,466±0,024	1,2	0,432±0,034	11,1
Среднее	0,290±0,017	1,7	0,425±0,022	2,4	0,357±0,068	26,8

*t₀₅=3,18

оценки, используют методы многомерной статистики. Ранее в селекционных исследованиях с многолетними травами они показали достаточно высокую эффективность как для ординации селекционных образцов, так и отбора их для практической селекции [29].

Изученные сортообразцы распределились в отдельные обособленные группы (кластеры), по общности признаков, изучаемых в опытах (см. рисунок). Первый из них сформировали 5 генотипов – сорт Новатор (стандарт), сорт Первенец, селекционный образец ВИК № 8 (дикорастущий, Канада), ВИК № 753 (дикорастущий, Республика Татарстан), М-2/21 (дикорастущий, Московская область). Второй кластер объединил в себе 13 сортов и форм из различных регионов (Сахалин, Карелия, Чувашия Московская, Смоленская, Ленинградская, Вологодская, Рязанская, Тверская область). Третий кластер был представлен тремя сортообразцами – ВИК № 665 (дикорастущий, Нижегородская область), М-3/21 (дикорастущий, Московская область), Б-1/20 (дикорастущий, Белгородская область).



Дендрограмма распределения при кластеризации по морфологическим признакам 20-и селекционных образцов клевера гибридного в среднем за 2022–2023 гг.: 1 – Новатор (st); 2 – Маяк; 3 – Первенец; 4 – ВИК № 785; 5 – ВИК № 92; 6 – ВИК № 795; 7 – ВИК № 755; 8 – Фрегат; 9 – ВИК № 612; 10 – ВИК № 641; 11 – ВИК № 534; 12 – ВИК № 672; 13 – ВИК № 8; 14 – ВИК № 665; 15 – ВИК № 753; 16 – М-2/21; 17 – М-3/21; 18 – М-4/21; 19 – Б-1/20; 20 – Б-2/20.

Сравнительная оценка средних величин результативных признаков селекционных номеров, вошедших в разные кластеры с использованием t-критерия Стьюдента, выявила достоверные различия только по трем признакам – урожай сухого вещества, длина стебля, масса стебля (табл. 4).

Селекционные образцы из первого кластера достоверно превосходили по урожайности генотипы второго на 0,314 г/м² (t_f=2,15, t₀₅=2,13) и находились на одном уровне с третьим (t_f=1,90, t₀₅=2,45). Различий по величине этого признака между вторым и третьим кластером так же не выявлено. По длине стебля образцы первого кластера были выше образцов второго кластера на 8,6 см (t_f=2,77, t₀₅=2,13), образцов второго – на 18,4 см (t_f=7,52, t₀₅=2,45), разница по высоте между растениями второго и третьего кластеров составляла 9,8 см (t_f=3,99, t₀₅=2,16). Растения первого кластера формировали стебли с более высокой массой, по сравнению с растениями 2 и 3 кластера, на 1,2 г (t_f=2,51; t₀₅=2,13 для второго и t_f=2,74; t₀₅=2,45 для третьего кластера).

Значимое влияние на величину урожайности сухого вещества, подтвержденное коэффициентами корреляции Пирсона, достоверное при p<0,05, среди изучаемых результативных признаков оказывали длина стебля (r=0,514), масса стебля (r=0,599), площадь листа (r=0,521), степень выраженности антоциановой окраски стебля (r=0,501). Кроме того, установлены тесные зависимости между интенсивностью окраски соцветий

Табл. 4. Результаты кластерного анализа, характеризующие сходство исследуемых образцов клевера гибридного (среднее за 2022–2023 гг.)

Результативный признак	Кластер 1		Кластер 2		Кластер 3	
	M±m*	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Урожай сухого вещества, кг/м ²	0,471±0,036	11,9	0,315±0,063	24,4	0,340±0,059	23,5
Длина стебля, см	49,8±2,2	6,8	41,2±4,2	12,5	31,4±1,1	5,1
Толщина стебля, мм	3,3±0,3	12,4	3,3±0,1	5,8	3,1±0,3	12,4
Масса стебля, г	3,5±0,2	8,5	2,3±0,4	21,4	2,3±0,4	24,2
Антоциановая окраска стебля, балл	4,7±0,7	21,8	4,1±0,7	24,3	5,2±1,9	46,2
Интенсивность окраски соцветия, балл	5,9±0,5	12,5	5,4±0,9	21,8	6,8±1,0	20,5
Ширина листа, см	1,7±0,1	8,6	1,6±0,2	12,7	1,6±0,1	12,4
Длина листа, см	3,0±0,4	17,8	2,6±0,2	10,6	3,1±0,2	7,7
Площадь листа, см	4,1±0,5	17,6	3,2±0,3	12,3	3,8±0,5	18,5
Облиственность, %	41,8±3,2	10,9	38,4±3,9	15,1	44,1±1,3	4,3
Диаметр соцветия, см	1,6±0,1	4,2	1,8±0,1	9,6	1,7±0,1	11,7

M – среднее, m – ошибка средней; Cv – коэффициент вариации; n – число селекционных образцов в кластере.

и антоциановой окраской стебля ($r=0,869$). В целом, можно предполагать, что потенциально большей продуктивностью кормовой массы с высокой долей вероятности в условиях недостаточного увлажнения Центрально-Черноземного региона могут обладать высокорослые формы клевера ползучего с длинными стеблями большой массы, выраженной антоциановой окраской и интенсивной розовой окраской соцветий.

Выводы. Таким образом, селекционные образцы клевера гибридного различного географического происхождения проявляют значительную морфологическую разнотипность при возделывании в условиях Центрально-Черноземного региона. Максимальную продуктивность сухого вещества в год посева (в среднем на уровне 0,411...0,504 кг/м²) формируют сорта Новатор и Первенец, дикорастущие формы ВИК 8 (Канада), ВИК 753 (Республика Татарстан), М-2/21 (Московская область) и Б-2/20 (Белгородская область).

Значительный интерес для селекции представляет дикорастущая форма М-2/21, отобранная в Московской области. В отдельные годы он может достоверно превосходить по урожайности сухого вещества в год посева стандарт на 32,5 %. Образец отличается высокой скоростью роста в год посева и быстрым формированием высокопродуктивного травостоя.

К наиболее надежным признакам оценки селекционного материала клевера гибридного по продуктивности в год посева в условиях Центрально-Черноземного региона отнесены длина и масса стебля, степень проявления антоциановой окраски стебля и площадь листа. Использование кластерного анализа позволяет достаточно надежно выделять наиболее продуктивные селекционные образцы по комплексу сопряженных признаков.

Литература.

1. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов Центрального Черноземья // *Кормопроизводство*. 2014. № 4. С. 8–11.
2. Productivity of galega (*Galega orientalis*) in single-species and binary crops with sainfoin (*Onobrychis arenaria*): a case study of forest-steppe of European Russia / V. I. Cherniavskii, E. V. Dumacheva, F. N. Lisetskii, et al. // *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 2020. Vol. 13. No. 1. P. 15–22. doi: 10.21786/bbrc/13.1/4.
3. Байкалова Л. П., Власова Т. С. Питательная ценность кормовой массы в зависимости от нормы высева и режима скашивания многолетних бобовых трав // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 6(171). С. 122–129. doi: 10.36718/1819-4036-2021-6-122-129.

4. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, К. Н. Привалова и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 2. С. 17–20. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10204.
5. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в их решении // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36 № 4. С. 5–14. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_5.
6. Sheremet N., Lamanova T., Doronkin V. Agropopulations of *Trifolium Hybridum* (Fabaceae) on the Coal Mining Spoils in the Forest-Steppe of the Kuznetsk Basin // *BIO Web of Conferences*. 2020. Vol. 24. Article 00080. URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2020/08/bioconf_pd2020_00080/bioconf_pd2020_00080.html (дата обращения 29.09.2023). doi: 10.1051/bioconf/20202400080.
7. Шергина О. В., Михайлова Т. А. Фитоэкстракция тяжелых металлов травянистыми растениями на техногенных почвах // *Химия растительного сырья*. 2022. № 4. С. 311–320. doi: 10.14258/jcprm.20220411012.
8. Евстратова Л. П., Евсеева Г. В. Питательная ценность кормовой массы в зависимости от режима скашивания многолетних травостоев // *Кормопроизводство*. 2020. № 9. С. 7–11. doi: 10.25685/KRM.2020.9.2020.008.
9. Продуктивность агрофитоценозов при совместном выращивании многолетних трав и топинамбура / Л. П. Евстратова, Е. В. Николаева, Г. В. Евсеева и др. // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2021. № 5. С. 67–72. doi: 10.30850/vrsn/2021/5/67-72.
10. Курманов Р. Г., Галеев Р. И. Картографирование мелиоративных угодий европейской части России // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2021. № 3. С. 77–85.
11. Isolation and Structural Determination of Triterpenoid Glycosides from the Aerial Parts of Alsike Clover (*Trifolium hybridum* L.) / A. J. Pérez, M. Kowalczyk, A. M. Simonet, et al. // *Journal of agricultural and food chemistry*. 2013. Vol. 61. No. 11. P. 2631–2637. doi: 10.1021/jf305541e.
12. Сравнительное исследование фенольных соединений видов рода клевер (*Trifolium* L.) флоры Сибири / В. Ю. Андреева, Г. И. Калинин, Т. В. Полуэктова и др. // *Химия растительного сырья*. 2018. № 1. С. 97–104. doi: 10.14258/jcprm.2018011846.
13. Селекционеры ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса в развитии клеверосеяния России / М. Ю. Новоселов, Л. В. Дробышева, О. А. Старшинова и др. // *Кормопроизводство*. 2022. № 7. С. 34–41. doi: 10.25685/KRM.2022.7.2022.005.

14. Оценка кормовой продуктивности перспективных селекционных образцов многолетних клеверов и люцерны рогатого / М. Ю. Новоселов, Л. В. Дробышева, Г. П. Зятчина и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 2. С. 25–28. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10206.
15. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // *Кормопроизводство*. 2021. № 6. С. 22–26. doi: 10.25685/KRM.2021.89.77.001.
16. 16. Культурная флора. М.: Колос, 1975. Т. 13: Многолетние бобовые травы (клевер, люцерна) / сост.: Н. А. Мухина, Н. Г. Хорошайлов, Т. А. Коломиец и др. М.: Колос, 1993. 334 с.
17. Косолапов В. М., Кутузова А. А. Исторические аспекты становления и развития лугового кормопроизводства в России и его перспективы в XXI веке // *Кормопроизводство*. 2022. № 2. С. 3–8. doi: 10.25685/KRM.2022.2.2022.008.
18. Трофимов, И. А. Природа, сельское хозяйство и глобализация / И. А. Трофимов, Л. С. Трофимова, Е. П. Яковлева // *Век глобализации*. 2022. № 2(42). С. 86–99. doi: 10.30884/vglob/2022.02.07.
19. Дикорастущие генетические ресурсы в селекции кормовых трав / В. М. Косолапов, Н. Н. Козлов, В. Л. Коровина и др. // *Кормопроизводство*. 2018. № 1. С. 29–32. doi: 10.25685/KRM.2018.2018.9950.
20. Хлесткина Е. К. Современные исследования генетических ресурсов растений: в развитие научных школ и научных направлений, основанных при Н. И. Вавилове // *Экологическая генетика*. 2022. Т. 20. № 3. С. 169–173. doi: 10.17816/ecogen112018.
21. Новый сорт клевера гибридного Фламинго / М. Н. Грипась, Е. Г. Арзамасова, Е. В. Попова и др. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 3 (52). С. 10–14.
22. Evaluation of the effectiveness of land reclamation based on microbiological and biochemical parameters assessed in an ozokerite mining and processing landfill sown with *Trifolium hybridum* and *Dactylis glomerata* / J. Joniec, J. Gąsior, S. Voloshanska, et al. // *Journal of environmental management*. 2019. Vol. 242. P. 343–350. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.058>.
23. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав / сост.: П. А. Лубенец, А. И. Иванов, Ю. И. Кириллов и др. Л.: ВИР, 1979. 42 с.
24. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. М.: Мир, 2003. 536 с.
25. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных. М.: Колос, 1966. 254 с.
26. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.
27. UPOV TG/5/4 «Guidelines For The Conduct Of Tests For Distinctness, Homogeneity And Stability». Original: English/anglais/englisch Date/Datum: 1985–11–13 https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg005_04.pdf (дата обращения: 29.09.2023).
28. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
29. Семенная продуктивность сортообразцов овсяницы тростниковой газонного направления / В. М. Косолапов, В. И. Чернявских, М. Н. Маринич // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2022. № 1. С. 13–18. doi: 10.31857/S2500262722010033.

Поступила в редакцию 07.08.2023

После доработки 28.08.2023

Принята к публикации 12.09.2023