

УДК 633.32:631.559

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СЕМЕННУЮ
ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*Trifolium pratense* L.)
В УСЛОВИЯХ СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ**

В.А. Корелина, кандидат сельскохозяйственных наук

ПФ ФГБУН ФИЦКИА РАН – АрхНИИСХ
163032, Россия, Архангельская область, Приморский район, п. Луговой, 10
korelina60@mail.ru

**INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON SEED PRODUCTIVITY
OF RED CLOVER (*Trifolium pratense* L.) IN SUBARCTIC CONDITIONS
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

V.A. Korelina, Candidate of Agricultural Sciences

FCIARctic' Primorsky Agro Science Division
163032, Russia, Arkhangelsk region, Primorskiy district, p. Lugovoy, 10
korelina60@mail.ru

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47

С целью выявления зависимости семенной продуктивности сортов клевера лугового от абиотических условий проведены полевые эксперименты на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, типичной для Северного региона РФ. Метеорологические условия в годы проведения исследований (2012–2018 гг.) были различны и оказали существенное влияние на семенную продуктивность клевера. Установлено, что семенная продуктивность клевера лугового имеет положительную корреляционную связь с температурным режимом и отрицательную зависимость с осадками, что свидетельствует о возможности ведения семеноводства этой культуры в условиях изучаемой зоны. Вместе с тем урожайность семян значительно различалась по годам и колебалась от 96 до 403 кг/га. Причины снижения семенной продуктивности в отдельные годы были различными и носили комплексный характер. В результате исследований выявлено, что для формирования урожайности семян клевера свыше 150 кг/га необходимы: сумма эффективных температур выше 1400 °С, гидротермический коэффициент (ГТК) менее 1,6. Из 7 лет исследований условия, близкие к указанным, в северной зоне клеверосеяния создались в 57%. Выделены наиболее пластичные по семенной продуктивности сортообразцы Таежник, К-44933, К-48009, К-1809, К-1040.

Ключевые слова: клевер луговой, семенная продуктивность, сорта, температура воздуха, осадки, обсемененность соцветий, завязываемость семян, корреляция.

Field experiments on sod-podzolic medium-loamy soil typical for the Northern region of the Russian Federation were carried out to identify the dependence of seed productivity of red clover varieties on abiotic conditions. Meteorological conditions during the years of research (2012–2018) were different and had a significant effect on seed productivity of clover. It is established that the seed productivity of red clover has a positive correlation with the temperature regime and a negative relationship with rainfall, which indicates the possibility of seed growing of this culture in the study zone. However, seed yield varied considerably from year to year and ranged from 96 to 403 kg/ha. The reasons for the reduction of

seed production in some years were varied and complex. As a result of researches it is revealed that for formation of productivity of seeds of a clover more than 150 kg/ha conditions are necessary: sum of effective temperatures above 1400 °C, the hydrothermal coefficient less than 1.6. From 7 years of research conditions close to those in the Northern zone of clover sowing were 57%. The most plastic samples by seed productivity were selected: Taezhnik, K-44933, K-48009, K-1809, K-1040.

Keywords: *Trifolium pratense*, seed productivity, variety, air temperature, precipitation, semination of inflorescences, set of seed, correlation.

Введение. Для всех культивируемых бобовых весьма актуальна проблема низкой семенной продуктивности. Этим объясняется пристальный интерес к ней многочисленных исследователей, изучающих разные стороны этой проблемы [1; 2; 3; 4]. К одним из резервов повышения эффективности клеверосеяния относятся сортовые посевы. Но, к сожалению, на сегодняшний день имеется мало сортов, обладающих стабильной урожайностью кормовой массы и семян, устойчивых к неблагоприятным условиям среды.

В условиях субарктической зоны РФ особую ценность в сельскохозяйственном производстве представляют сорта клевера лугового, созданные непосредственно в условиях сурового климата и обладающие, наряду с хорошими кормовыми достоинствами, высокой семенной продуктивностью. Потенциальная семенная продуктивность клевера лугового является достаточно высокой и могла бы достигать 1,2–1,8 т/га при наличии на семенном участке 600–900 головок на 1 кв. м, среднем содержании 100 цветков в одной головке, 100% обсемененности соцветий и массе 1000 семян 2,0 г. Однако на практике урожайность семян этой культуры значительно ниже и составляет в производственных условиях 100–150 кг/га [5]. Одним из факторов, лимитирующих семенную продуктивность, являются погодные условия.

В создании сортов клевера лугового на стабильную семенную продуктивность крайне важно учитывать эту закономерность. Клевер луговой — растение длинного дня. Северные клевера более чувствительны к изменению длины дня, чем южные. При продвижении к югу, сокращении длины дня и повышении напряженности температурного режима междуузлия у позднеспелого клевера становятся короче, высота стеблей заметно уменьшается. Это связано с тем, что в более южных районах клевер быстрее набирает необходимую сумму активных температур для перехода из одной фазы в другую и меньше остается времени на ростовые процессы [6]. Считается, что Северный регион РФ по своим климатическим особенностям является недостаточно благоприятным для возделывания клевера лугового, в том числе и для семеноводства этой культуры. Тем не менее, урожайность семян в производственных условиях в семеноводческом хозяйстве ФГУП «Котласское», которое находится в юго-восточной части Северного региона, за последние 5 лет колебалась в пределах 95–320 кг/га.

Сумма активных температур в южной части Северного региона составляет 1700–1850 °C, годовое количество осадков — 470–620 мм, средняя продолжительность безморозного периода — 127 дней. За период активной вегетации растений (температура выше 10 °C) вы-

падает до 300 мм осадков. Минимальное количество осадков приходится на зимние месяцы и начало весны, максимальное — на июль–сентябрь [7].

В связи с непредсказуемостью погодных условий предстоящих вегетационных периодов важной задачей селекции является создание сортов клевера лугового географически и экологически дифференцированных, отличающихся высокой пластичностью и устойчивостью к стрессовым факторам [8].

Большинство сортов клевера по урожайности семян характеризуются сильными годовыми колебаниями. Весьма важно выявление естественного потенциала отдельных сортов, характеризующихся дружным цветением, высокой жизнеспособностью пыльцы, высокой обсемененностью соцветий, при неблагоприятных погодных условиях.

Цель исследований — изучить влияние абиотических условий на семенную продуктивность клевера лугового в условиях субарктической зоны РФ и выделить наиболее пластичные образцы по данному признаку.

Материал и методика исследований. Исследования были проведены в питомниках конкурсного сортоиспытания клевера лугового в 2012–2018 гг. в Архангельском НИИСХ, на одном и том же опытном участке. Учет семян проводился с первого укоса травостоя. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Мощность пахотного горизонта — 20–22 см, рН солевой вытяжки — 6,0, содержание гумуса — 1,6% (по Тюрину), общего азота — 0,11%, P_2O_5 — 23,5 мг (по Кирсанову) и K_2O — 27,8 мг (по Масловой) на 100 г почвы.

Площадь делянки — 10 кв. м, повторность четырехкратная. В исследованиях были представлены сорта Нива, Корифей, Приор и перспективные сортообразцы, изучаемые в конкурсном сортоиспытании и выделившиеся по семенной продуктивности. Метеорологические условия в годы проведения исследований были различными. Сумма эффективных температур колебалась по годам от 1158 °С в 2017 г. до 1631 °С в 2016 г., средняя температура в вегетационный период: от 11,72 °С в 2014 г. до 14,15 °С в 2013 г. Количество выпавших осадков в 2013 г. было меньше нормы, в остальные годы — выше среднегодового уровня. Агротехника в опытах — общепринятая в зоне, с минимальными затратами материально-технических средств.

При проведении исследований использовались общепринятые методические указания [9; 10]. Математическую обработку экспериментальных данных проводили статистическими методами по Б.А. Доспехову [11] с использованием программы Microsoft Office Excel 2007, пакета компьютерных программ AGROS v. 2.07 и программы TATGRAPHICS for Windows v. 5.1.

Результаты исследований. Сравнительная характеристика семенной продуктивности сортов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании (рис. 1) показала, что продуктивность данной культуры в значительной степени подвержена влиянию агрометеорологических условий.

Условия полевых сезонов 2013, 2015, 2016 и 2018 гг. характеризовались как относительно благоприятные для роста и развития клевера лугового (табл. 1).



Рис. 1. Конкурсное сортоиспытание, 2018 г.

1. Характеристика метеоусловий за годы проведения опыта

Показатели	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Сумма эффективных температур, °С	1375	1481	1367	1429	1631	1158	1415
Дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С	11.05	11.05	10.05	11.05	15.05	08.06	16.05
Средняя температура в вегетационный период, °С	13,58	14,5	11,72	14,18	15,26	12,42	14,02
Средняя температура воздуха в фазу цветения, °С	17,3	19,0	16,02	14,05	19,95	17,4	19,6
Сумма осадков за вегетационный период, мм	435	219	290	367	326	372	340
Сумма осадков в фазу цветения, мм	186,2	53,5	50,1	109,7	116,5	94,4	54,6
Количество дней с осадками в фазу цветения	15	10	12	21	16	15	13

Сумма эффективных температур отмечена выше среднемноголетних значений на 246–462 °С (среднемноголетние — 1169 °С), сумма осадков за вегетационные периоды по вышеуказанным годам составила 67–113% от нормы (норма — 326 мм). По теплообеспеченности вегетационные периоды 2012, 2014 гг. уступали вышеперечисленным годам. Сумма эффективных температур в данные периоды исследований была выше среднемноголетних значений на 198–206 °С, количество выпавших осадков составило 89–133% от нормы.

Самым неблагоприятным из всех годов, в которые проводились испытания, был 2017 г.: дефицит тепла в мае и июне отрицательно повлиял на формирование травостоя, сумма эффективных температур была самой низкой из всех изучаемых годов и составила 1158 °С, дата перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С отмечена 8 июня. Начальный период вегетации клевера происходил с опозданием на три недели. Уборка семян проходила со второй половины августа по вторую половину сентября.

В агроклиматических исследованиях для оценки условий увлажнения вегетационных периодов мы использовали гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова (рис. 2). Согласно представленному графику, суммарное значение

ГТК было наименьшим в 2013 и 2016 гг.: 1,2 и 1,3, данные значения коэффициентов указывают на умеренно влажные годы. Все остальные годы со значением коэффициентов выше 1,6 отмечены как годы с высокой влажностью.



Рис. 2. Влагообеспеченность вегетационных периодов

Урожайность семян по годам исследований изменяется в сильной степени и значительно ниже потенциально возможной (табл. 2). Причины этого носят комплексный характер. В таблице представлены перспективные образцы, выделенные по семенной продуктивности в различные годы исследований. Из семи лет исследований наиболее благоприятные условия для формирования урожая семян клевера лугового сложились в 2013 и 2016 гг. Средняя урожайность по

всем изученным сортам этих двух лет составила 403 и 235 кг/га соответственно. Несколько менее урожайными были 2015 и 2018 гг. с урожайностью семян 161 и 167 кг/га. Низкая урожайность клевера получена в 2012 и 2014 гг. — 124 и 117 кг/га. Самым провальным годом по формированию семян клевера оказался 2017, когда средняя урожайность по изученным перспективным сортам составила 96 кг/га и семена всех сортов были некондиционными по всхожести.

2. Семенная продуктивность по годам исследований в конкурсном сортоиспытании, кг/га

Название образца	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Нива, стандарт	118	372	101	141	194	78	150
Таежник	121	450	115	154	220	104	168
Приор	125	411	117	152	198	96	173
К-44933	131	394	136	168	—	—	—
К-48009	—	402	119	175	—	—	—
К-1997	—	392	114	155	273	—	—
К-1809	—	—	—	160	244	102	—
К-1556	—	—	—	182	250	98	175
К-1040	—	—	—	—	265	103	170
В среднем по годам	124	403	117	161	235	96	167

Самый продуктивный по урожайности семян 2013 г. характеризовался высокими значениями суммы эффективных температур (выше нормы на 312 °С), количеством осадков в вегетационный период меньше нормы (на 107 мм) и десятью днями с осадками в фазу цветения.

Наиболее высокие урожаи семян клевера (235–403 кг/га) получены в годы с гидротермическим коэффициентом за вегетационный период 1,2–1,3, а самые низкие (96–124 кг/га) — в годы с гидротермическим коэффициентом 2,1–2,5. По семенной продуктивности из представленных в таблице 2 перспективных сортов наиболее пластичными в условиях субарктической зоны показали себя следующие образцы: Таежник, К-44933, К-48009, К-1809, К-1040.

В селекционной работе наибольшую практическую ценность представляют взаимосвязи между признаками. Результаты применения математико-статистических методов корреляционного анализа за зависимости семенной продуктивности клевера лугового от погодных условий субарктической зоны показали как положительную, так и отрицательную корреляцию.

В наших исследованиях положительная связь наблюдалась между урожайностью семян и среднесуточной температурой воздуха в вегетационный период ($r = +0,56$), а также суммой эффективных температур за вегетационный период ($r = +0,53$). За этот же период установлено, что урожайность семян клевера лугового находится в отрицательной зависимости от суммы осадков ($r = -0,79$).

Наиболее высокие урожаи семян обычно бывают в годы с достаточным количеством осадков в период до цвете-

ния клевера и с сухой солнечной погодой во время цветения и созревания семян [12].

Нами установлено, что урожайность семян клевера лугового находится в положительной зависимости ($r = +0,44$) от средней температуры в фазу цветения растений и в отрицательной зависимости ($r = -0,35$) от суммы осадков в фазу цветения.

По исследованиям И.Н. Кузьменко, в ясную погоду один цветок может раскрыться и быть опыленным за один день, в пасмурную и дождливую погоду эти этапы развития растягиваются на пять–семь дней. Также и головка клевера в зависимости от погодных условий может отцвести за три или 11 дней [13]. Этими данными можно объяснить отрицательную зависимость ($r = -0,49$) урожайности семян клевера от количества дней с осадками в фазу цветения.

Заключение. В условиях субарктической зоны РФ зональные и складывающиеся агрометеорологические условия вегетационного периода оказывают существенное влияние на семенную продуктивность растений клевера лугового и качество полученных семян. В наших исследованиях, проведенных в течение семи лет, различающихся контрастными погодными условиями, средняя урожайность семян различных сортов клевера лугового колебалась от 96 до 403 кг/га. Установлено, что для формирования урожайности семян клевера свыше 150 кг/га необходимы: сумма эффективных температур выше 1400 °С, ГТК менее 1,6. Из семи лет исследований условия, близкие к указанным, в северной зоне клеверосеяния создались в 57%.

Выделены наиболее пластичные по Таежник, К-44933, К-48009, К-1809, К-семенной продуктивности сортообразцы: 1040.

Литература

1. Колясникова Н.Л. Роль репродуктивной биологии в решении проблемы повышения семенной продуктивности кормовых бобовых трав // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 4. – С. 60–63.
2. Селекция и семеноводство многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России / И.М. Шатский, И.С. Иванов, Н.И. Переправо, В.Н. Золотарев, Н.В. Сапрыкина, Р.М. Лабинская, Г.В. Степанова, Н.И. Георгиади, Н.Ф. Тарасенко. – Воронеж : Воронежская областная типография, 2016. – С. 21.
3. Чувилина В.А. Селекционный материал клевера лугового в условиях муссонного климата Сахалина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 10 (52), часть 4. – С. 167–170. – DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.009.
4. Касаткина Н.И. Формирование семенной продуктивности клевера лугового тетраплоидного в зависимости от технологических приемов // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2017. – № 2. – С. 32–40.
5. Интенсивные технологии возделывания клевера лугового на семена / Б.П. Михайличенко, В.И. Антонов, Н.И. Переправо, С.В. Пилипко // Повышение эффективности клеверосеяния : сб. статей. – М. : Изд-во ВИК, 1987. – С. 116–123.
6. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; под ред. Г.С. Посыпанова. – М. : Колос, 1997. – С. 156–163.
7. Агроклиматические ресурсы Архангельской области. – Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1971. – 136 с.
8. Экологическая селекция и семеноводство клевера лугового. Результаты 25-летних исследований творческого объединения ТОС «Клевер» / под ред. А.С. Новоселовой, В.М. Косолапова, З.Ш. Шамсутдинова, О.С. Матвеевой, Н.И. Георгиади. – М. : Эльф ИПР, 2012. – 288 с.
9. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / под ред. З.Ш. Шамсутдинова, А.С. Новоселовой, С.А. Бекузаровой. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2002. – 72 с.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М., 1985. – 197 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1985. – 415 с.
12. Сергеев П.А., Харьков Г.Д., Новоселова А.С. Культура клевера на корм и семена. – М. : Колос, 1973. – 288 с.
13. Кузьменко И.Н. Особенности цветения растений сорта Пермский местный и Трио клевера лугового и сорта Первенец клевера гибридного // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60) – С. 39–41.

References

1. Kolyasnikova N.I. Rol' reproduktivnoy biologii v reshenii problemy povysheniya semennoy produktivnosti kormovykh bobovykh trav [Role of reproductive biology in solving improve seed productivity of forage legumes]. *Permskiy agrarnyy vestnik* [*Perm agricultural Herald*], 2015, no. 4, pp. 60–63.
2. Shatskiy I.M., Ivanov I.S., Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Saprykina N.V., Labinskaya R.M., Stepanova G.V., Georgiadi N.I., Tarasenko N.F. Seleksiya i semenovodstvo mnogoletnikh trav v Tsentral'no-Chernozemnom regione Rossii [Breeding and seed production of perennial grasses in

- the Central Black Earth region of Russia]. Voronezh, Voronezhskaya oblastnaya tipografiya Publ., 2016, pp. 21.
3. Chuvilina V.A. Seleksionnyy material klevera lugovogo v usloviyakh musonnogo klimata Sakhalina [Breeding material of red clover in conditions of monsoonal climate of Sakhalin]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]*, 2016, no. 10 (52), part 4, pp. 167–170. DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.009.
 4. Kasatkina N.I. Formirovanie semennoy produktivnosti klevera lugovogo tetraploidnogo v zavisimosti ot tekhnologicheskikh priemov [Formation of seed productivity of tetraploid red clover depending on the technological methods]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet) [Herald NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)]*, 2017, no. 2, pp. 32–40.
 5. Mikhaylichenko B.P., Antonov V.I., Perepravo N.I., Pilipko S.V. Intensivnye tekhnologii vzdelyvaniya klevera lugovogo na semena [Intensive technologies of cultivation of red clover for seeds]. *Povyshenie effektivnosti klevroseyaniya [Improving the effectiveness of clover sowing: collected articles]*. Moscow, Fodder Research Institute Publ., 1987, pp. 116–123.
 6. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Korenev G.V. et al. Rasteniyevodstvo [Plant growing]. Ed.: G.S. Posypanov. Moscow, Kolos Publ., 1997, pp. 156–163.
 7. Agroklimaticheskiye resursy Arkhangel'skoy oblasti [Agroclimatic resources of Arkhangelsk region]. Leningrad, Hydrometeorological Publishing House, 1971, 136 p.
 8. Ekologicheskaya selektsiya i semenovodstvo klevera lugovogo. Rezul'taty 25-letnikh issledovaniy tvorcheskogo ob"edineniya TOS «Klever» [Ecological selection and seed production of red clover. The results of 25 years of research of the creative association "Clover"]. Eds.: A.S. Novoselova, V.M. Kosolapov, Z.Sh. Shamsutdinov, O.S. Matveeva, N.I. Georgiadi. Moscow, Elf IPR Publ., 2012, 288 p.
 9. Metodicheskiye ukazaniya po selektsii i pervichnomu semenovodstvu klevera [Guidelines for selection and primary seed farming of red clover]. Eds.: Z.Sh. Shamsutdinov, A.S. Novoselova, S.A. Bekuzarova. Moscow, Tipografiya Rossel'khozakademii Publ., 2002, 72 p.
 10. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vyp. 1. Obshchaya chast' [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1. General part]. Moscow, 1985, 197 p.
 11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Technique of field experience]. Moscow, Kolos Publ., 1985, 415 p.
 12. Sergeev P.A., Kharkov G.D., Novoselova A.S. Kul'tura klevera na korm i semena [Clover culture for fodder and seeds]. Moscow, Kolos Publ., 1973, 288 p.
 13. Kuzmenko I.N. Osobennosti tsveteniya rasteniy sorta Permskiy mestnyy i Trio klevera lugovogo i sorta Pervenets klevera gibridnogo [Features of plants flowering varieties of red clover Permskiy mestnyy and Trio and variety of hybrid clover Pervenets]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 2009, no. 6 (60), pp. 39–41.