

Сравнительное изучение морфобиологических показателей трансгенных растений и их вегетативного потомства (табл.3) не выявило существенных различий при 5%-ном уровне значимости по высоте растений, числу стеблей, цветков, семян в соцветии.

Поскольку размножаемые трансгенные растения клевера лугового обладали свойством кислотоустойчивости, то сохранение данного признака растениями вегетативного

Таблица 3. Сравнительное изучение морфобиологических показателей трансгенных растений (Т) и их вегетативного потомства (Р)

Генотип	Высота растений, см		Количество, шт.							
			стеблей		соцветий		цветков в соцветии		семян в соцветии	
	средняя	% к Т	среднее	% к Т	среднее	% к Т	среднее	% к Т	среднее	% к Т
Т	75,3	100,0	29,5	100,0	78,75	100,0	75,0	100,0	2,25	100,0
Р	74,8	99,3	29,25	99,2	82,5	104,8	75,5	100,7	2,5	111,1
НСР <sub>05</sub>	9,48		3,46		2,01		3,01		1,71	

потомства важное условие при использовании разработанного нами способа (1).

В экспериментах по сравнительной оценке кислотоустойчивости трансгенных растений и их вегетативного потомства в агаризованную среду Гамборга В<sub>5</sub> с 2,0 мг/л БАП, 50,0 мг/л канамицина как для культивирования исходной морфогенной ткани, так и для полученной в процессе вегетативного размножения, добавляли 50 мг/л ионов алюминия (Al<sup>3+</sup>). Установлено, что между растениями изучаемых клонов различий по средней массе побегов и корней, средней длине побегов и корней не выявлено.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что разработанный способ размножения трансгенных растений клевера лугового методом культуры почек *in vitro* обеспечивает получение растений вегетативного потомства, сохраняющих селекционно-ценные признаки, в том числе кислотоустойчивость, исходных трансгенных растений.

В связи с высокой самостерильностью при самоопылении в изолированных условиях размноженные растения, также как и исходные, отличались низкой завязываемостью семян, что еще раз подтверждает актуальность разработки вышеназванного способа размножения трансформированных растений клевера лугового.

Кроме того, разработанный способ позволяет повторно вводить в культуру *in vitro* генетически трансформированные растения клевера лугового, получать и длительно культивировать морфогенную ткань трансформированных растений, проводить генетические исследования, изучать экспрессию генов в вегетативно размноженных растениях клевера лугового.

### Список литературы:

1. Патент 2617944 Российской Федерации Способ размножения трансгенных растений клевера лугового методом культуры почек *in vitro*. / Солодка Л.А., Агафодорова М.Н., Лапотышкина Л.И. - №2617944; заявлено 09.11.2015; Опубликовано 28.04.2017, бюл.№13.

УДК 633.11

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ И ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

*Наталья Александровна Степанова*

ФГБНУ Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур. г. Орёл

**Аннотация.** В статье приводятся экспериментальные данные за 2021-2022 г. по определению продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных и вегетационных индексов. Определена продуктивность новых сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям Орловской области на основе подбора соответствующего селекционного материала по селекционным и вегетационным индексам. По совокупной оценке селекционных индексов выделены сорта яровой мягкой пшеницы: Ясмунд, Корнетто, Ликамеро и селекционная линия Д22. Лучшими вегетационными индексами характеризовались сорта яровой мягкой пшеницы Ликамеро и Лиза.

**Ключевые слова:** *яровая мягкая пшеница, селекционные индексы, вегетационные индексы, продуктивность*

### Use of breeding and vegetation indices to evaluate varieties and lines of spring soft wheat

*Natalia Alexandrovna Stepanova*

Federal State Budgetary Institution Federal Scientific Center for Leguminous and Cereal Crops.  
Orel

**Abstract.** *The article contains experimental data for 2021-2022. To determine the productivity of spring soft wheat based on selective and vegetation indices. Determination of the productivity of a new variety of spring soft wheat, adapted to the conditions of the Oryol region, based on the selection of red breeding material according to breeding and vegetation indices. According to the importance of selection indices, spring soft wheat varieties are distinguished: Jasmund, Cornetto, Licamero and the D22 selection line. The spring soft wheat varieties Licamero and Liza were characterized by the best vegetation indices.*

**Key words:** *spring soft wheat, breeding indices, vegetation indices, productivity*

**Введение.** Яровая мягкая пшеница одна из основных продовольственных культур России. Ее бесспорным достоинством является высокое качество зерна, соответствующее требованиям хлебопекарной промышленности. На первых этапах селекционного процесса особенно важно использовать информативные и точные методы оценки потенциальной продуктивности селекционных и коллекционных образцов, их устойчивость к био- и абиострессам. Одними из методов комплексной оценки сортообразцов является использование селекционных и вегетационных индексов [1,3,4].

**Цель работы.** Определить продуктивность новых сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям Орловской области.

**Материалы и методы.** Объектами исследований являлись высокопродуктивные отечественные и зарубежные сорта мягкой яровой пшеницы, рекомендованные для выращивания в центральных регионах РФ, а также новые селекционные линии, созданные в ФГБНУ ФНЦ ЗБК.

Для получения высокоточных данных вегетационных индексов в рамках научного сотрудничества привлекались сотрудники ФГБНУ Федерального научного агроинженерного центра ВИМ. Ими использовался квадрокоптер DJI Matrice 200 v2 с установленной ГНСС L1/L2 антенной, оснащенный модифицированной камерой DJI X4S 20Mp (5472 x 3648) с трехосевым стабилизатором. Полеты осуществлялись с помощью мобильного приложения DJI Pilot. При помощи специального подвеса устанавливалась мультиспектральная камера MicaSense Altum с сенсором освещенности, имеющий встроенный GPS приемник. Использовался мультиспектральный GNSS приемник EMLID Reach RS2. Подключение происходило к базовой станции «OREL» в Орловской области, расположенной на расстоянии менее 20 км.[2].

**Результаты.** В процессе изучения сортов яровой мягкой пшеницы дана оценка по селекционным индексам: канадский индекс (Ки), мексиканский индекс (Мх), индекс линейной плотности колоса (Илпк) и индекс потенциала колоса (ИПК).[1] Так, отмечены несколько сортов яровой мягкой пшеницы с наиболее высоким значением Ки такие как, Мандарина (6,62), Ясмунд (6,28), Мх – сорта Ясмунд (0,028) линия Д22 д18-2 лют (0,026). По показателю ЛПК выделились следующие сорта: Ликамеро (0,250) и Ясмунд (0,262) По показателю индекса потенциала колоса (ИПК), который определяет сопряженность длины колоса и высоты растений были выделены новые селекционные линии: лютесценс Д22 и мильтурум Е2+Е7. (таблица 1)

Таблица 1 - Характеристика яровой мягкой пшеницы по селекционным индексам.

Сорт, линия	Ки чзк/дк	Мх мзк/в	Илпк мзк/дк	ИПК дк/в
Дарья	5,068	0,015	0,205	0,073
Одета	5,102	0,023	0,227	0,100
Ликамеро	5,638	0,024	<b>0,250</b>	0,097
Арабелла	5,951	0,021	0,225	0,091
Лиза	5,426	0,021	0,217	0,099
Бомбона	4,434	0,016	0,173	0,093
Ласка	5,271	0,018	0,215	0,083
Мандарина	<b>6,622</b>	0,020	0,220	0,093
ГрЛ57 14-4 мил	5,024	0,022	0,186	0,120
Ф7/3410 д15 мил	4,994	0,022	0,184	0,120
Ф7/3410 д17-4 мил	5,026	0,023	0,188	0,123
Ф10/3410 д16	5,168	0,023	0,192	0,121
Е2 + Е7 мил	4,753	0,021	0,161	<b>0,132</b>
Л 57	4,391	0,016	0,168	0,098
Ясмунд	<b>6,286</b>	<b>0,028</b>	<b>0,262</b>	0,109
Д22 д18-2 лют	5,069	<b>0,026</b>	0,185	<b>0,143</b>
А10А8Ж4 ферр	4,421	0,018	0,191	0,095
ГрПК д18 эритро	3,930	0,017	0,177	0,095
7 УФ/3507 эритро	5,688	0,018	0,193	0,095
7 УФ/3507 урал	5,575	0,020	0,193	0,105
Памяти Коновалова	4,770	0,022	0,213	0,102
Гранова	4,821	0,026	0,216	0,119
Гранни	4,240	0,023	0,188	0,125
Корнетто	4,797	<b>0,027</b>	0,225	0,121
среднее	5,093	0,021	0,201	0,106
НСР <sub>05</sub>	0,627	0,004	0,025	0,016

По совокупной оценке анализируемых четырех селекционных индексов в выделен сорт яровой мягкой пшеницы: Ясмунд. В таблицах 2 и 3 представлены результаты дисперсионного анализа вегетационных индексов NDVI и ClGreen. NDVI – самый популярный и распространенный вегетационный индекс, это показатель здоровья растения, который вычисляется по тому, как растение отражает и поглощает разные световые волны. Полученные результаты дают возможность оценить состояние посевов в начальный период

роста, тем самым определить не только их реакцию на изменение температурного режима, но и выявить те генотипы, которые интенсивно развиваются. Среди них отмечены такие сорта, как Ликамеро (0,751), Лиза (0,739) и линия Л-57 (0,767) (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты дисперсионного анализа вегетационного индекса- NDVI .

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Дарья	5	0,729	0,0006064	0,0246247	0,01101	1,509937
Одета	5	0,693	0,0002053	0,0143299	0,00641	0,9243574
Ликамеро	5	<b>0,751</b>	0,001905	0,0436466	0,01952	2,5983355
Арабелла	5	0,696	0,000186	0,0136373	0,0061	0,8753822
Лиза	5	<b>0,739</b>	0,0021189	0,0460316	0,02059	2,7833774
Бомбона	5	0,709	0,0003953	0,019881	0,00889	1,2530662
Ласка	5	0,729	0,0012258	0,0350112	0,01566	2,1461241
Мандарина	5	0,684	0,0003498	0,0187039	0,00836	1,221769
Гранни х Л57 д14	5	0,725	0,0001843	0,0135752	0,00607	0,8365241
Ф7/3410 д15 мил	5	0,728	0,0003268	0,0180766	0,00808	1,1098726
Ф10/3410 д16	5	0,729	0,000436	0,0208804	0,00934	1,2794611
Е2 + Е7 мил	5	0,717	0,000136	0,0116605	0,00521	0,7266668
Ф7/3410 д17-4 мил	5	0,723	0,0001005	0,0100248	0,00448	0,6193026
Л 57	5	<b>0,767</b>	0,0001128	0,010622	0,00475	0,6193025
Ясмунд	5	0,621	0,00000468	0,0068409	0,00306	0,491882
Д22 д18-2 лют	5	0,723	0,0001003	0,0100154	0,00448	0,6193029
А10 + А8 + Ж4 ферр	5	0,699	0,00000937	0,009682	0,00433	0,6193021
Гр х ПК д18-5 эритр	5	0,703	0,0000095	0,0097473	0,00436	0,6193019
7 УФ/3507 эритро	5	0,724	0,0010104	0,0317865	0,01422	1,9617686
7 УФ/3507 д20 урал	5	0,717	0,0004089	0,0202217	0,00904	1,2600229
Памяти Коновалова	5	0,718	0,0003308	0,0181888	0,00813	1,1327821
Гранова	5	0,701	0,0004422	0,0210292	0,0094	1,3411115
Гранни	5	0,697	0,000118	0,0108625	0,00486	0,6966777
Корнетто	5	0,618	0,0016123	0,0401535	0,01796	2,9028306
По опыту	120	0,710	0,0015108	0,0388695	0,00355	0,4993993

Наряду с индексом NDVI, относительный индекс хлорофилла CIGreen также является показателем фотосинтетической активности растительного покрова. По содержанию хлорофилла, выделены следующие сорта: Дарья (2,74), Ликамеро (2,93), Лиза (2,79) и Гранова (2,71) (таблица 3).

Исходя из дисперсионного анализа по двум вегетационным индексам NDVI и CIGreen лучшими сортами оказались Ликамеро и Лиза.

Таблица 3 - Результаты дисперсионного анализа вегетационного индекса- CIGreen .

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.отк.	Ошибка	Точность%
Дарья	5	<b>2,74</b>	0,0621497	0,2492983	0,11149	4,0658479
Одета	5	2,63	0,0196883	0,1403151	0,06275	2,385
Ликамеро	5	<b>2,93</b>	0,2809151	0,5300143	0,23703	8,0735979
Арабелла	5	2,55	0,0138251	0,1175804	0,05258	2,0587702
Лиза	5	<b>2,79</b>	0,2007159	0,4480133	0,20036	7,1650949
Бомбона	5	2,66	0,0184904	0,1359796	0,06081	2,2799065
Ласка	5	<b>2,77</b>	0,1157388	0,3402041	0,15214	5,4878931
Мандарина	5	2,64	0,0253549	0,1592324	0,07121	2,6977484
Гранни х Л57 д14	5	2,61	0,0255162	0,1597378	0,07144	2,7321692
Ф7/3410 д15 мил	5	2,57	0,0309834	0,176021	0,07872	3,0567248
Ф10/3410 д16	5	2,61	0,0408906	0,2022143	0,09043	3,4571908
Е2 + Е7 мил	5	2,55	0,013461	0,1160217	0,05189	2,0291402
Ф7/3410 д17-4 мил	5	2,66	0,0145571	0,1206529	0,05396	2,0291395
Л 57	5	2,82	0,0164313	0,1281845	0,05733	2,0291398
Ясмунд	5	1,98	0,0081306	0,09017	0,04033	2,0291388
Д22 д18-2 лют	5	2,45	0,0124188	0,1114396	0,04984	2,02914
А10 + А8 + Ж4 фер	5	2,60	0,0139194	0,1179804	0,05276	2,029139
Гр х ПК д18-5 эритро	5	2,62	0,0142031	0,1191768	0,0533	2,029139
7 УФ/3507 эритро	5	2,52	0,0550101	0,2345422	0,10489	4,1574359
7 УФ/3507 д20 урал	5	2,45	0,0274183	0,1655847	0,07405	3,0152359
Памяти Коновалова	5	2,56	0,0191833	0,1385038	0,06194	2,4171386
Гранова	5	<b>2,71</b>	0,0394368	0,198587	0,08881	3,2694318
Гранни	5	2,64	0,008625	0,0928707	0,04153	1,5711114
Корнетто	5	2,27	0,0796735	0,2822649	0,12623	5,5597758
По опыту	120	2,60	0,0731842	0,2705258	0,0247	0,9494029

**Выводы.** Проведённые исследования селекционного материала яровой мягкой пшеницы показали, что наибольшая информативность получена при оценке в совокупности по селекционным и вегетационным индексам. Была определена продуктивность новых сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям Орловской области. По совокупной оценке селекционных индексов выделен сорта яровой мягкой пшеницы: Ясмунд, Корнетто, Ликамеро и селекционная линия Д22. Лучшими вегетационными индексами характеризовались сорта яровой мягкой пшеницы Ликамеро и Лиза. Это позволит целенаправленно вести отбор селекционного материала с высокой продуктивностью растений, приспособленных к условиям регионов центральной России.

#### Список литературы

1. Н.С.Вертий /Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов // Нива Поволжья. 2016. №2 (39). С. 9-15.
2. С.Д. Вилюнов , В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко [и др.] / Применение вегетационных индексов в селекции озимой мягкой пшеницы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. – № 3(43). – С. 73-83. – DOI 10.24412/2309-348X-2022-3-73-83. – EDN MXTNXP.

3. И. Н. Ворончихина, В. С. Рубец, В. В. Ворончихин, В. В. Пыльнев/ Комплексная оценка яровой мягкой пшеницы в условиях ЦРНЗ с применением метода индексов // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54). – DOI 10.51419/202126614. – EDN ILBIDC.

4. Н.А. Степанова, В. С. Сидоренко, Ж. В. Старикова, В. А. Костромичева/ Определение продуктивности яровой мягкой пшеницы на основе селекционных индексов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 3(39). – С. 91-96. – DOI 10.24412/2309-348X-2021-3-91-96. – EDN UGAANL

УДК 631.2/.3.03:631.531.06

**Оптимальные сроки уборки тимофеевки луговой сорта ВИК 911 на семена в зависимости от уровня влажности семян в соцветиях**

***О.В.Трухан***

*ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», Лобня*

**Аннотация.** В статье представлены результаты опытов по семеноводству тимофеевки луговой сорта ВИК 911. Рассмотрены вопросы сроков уборки этой культуры на семена, в зависимости от влажности семян в соцветиях. При этом учитывались и другие возможные критерии определения уборочной спелости семенного травостоя тимофеевки, такие как число дней и сумма эффективных температур от начала цветения культуры до уборки. Результаты исследований показали, что наибольший сбор семян обеспечивала их уборка при снижении их влажности в соцветиях с 37,2 % до 23,4% – 652–671 кг/га в 1-й год пользования семенным травостоем (в 2020 г.) и 404–410 кг/га – во 2-й год пользования (в 2021 г.), то есть, на 31–37 день от начала цветения растений. Сумма эффективных температур воздуха за период от цветения до момента начала уборки семян тимофеевки луговой сорта ВИК 911 должна достичь 722-735° С.

**Ключевые слова:** тимофеевка луговая, урожайность, сроки уборки, влажность семян в соцветиях, сумма эффективных температур

**Optimal harvesting time of timofeevka meadow variety VIC 911 for seeds, depending on the moisture level of seeds in the inflorescences**

***O.V. Trukhan***

*Federal Research Center for Fodder Production and Agroecology  
named after V.R. Williams, Lobnya*

**Abstract.** The article presents the results of experiments on seed production of meadow timothy variety VIK 911. The issues of timing of harvesting this crop for seeds, depending on the moisture content of the seeds in the inflorescences, are considered. At the same time, other possible criteria for determining the harvest ripeness of timothy seed grass were taken into account, such as the number of days and the sum of effective temperatures from the beginning of flowering of the crop to harvesting. The research results showed that the greatest collection of seeds was ensured by their harvesting when their humidity in the inflorescences decreased from 37.2% to 23.4% - 652–671 kg/ha in the 1st year of using seed grass (in 2020) and 404 –410 kg/ha – in the 2nd year of use (in 2021), that is, on days 31–37 from the start of plant flowering. The sum of effective air temperatures for the period from flowering to the start of harvesting timothy seeds of the VIK 911 variety should reach approximately 722-735° C.

**Keywords:** *timofeevka meadow, yield, harvesting time, moisture content of seeds in inflorescences, the sum of effective temperatures*