

УДК 633.11"324":631.524.84(476)

ВНУТРИСОРТОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОЦЕССЕ ОРИГИНАЛЬНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

В. Г. Тимощенко, В. Н. Халецкий

РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси»

г. Пружаны, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225133, г. Пружаны, ул. Урбановича, 5)

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, Амелия, Маркиза, хлорофилл, пигменты, внутрисортная изменчивость, биотип, семьи, белок, клейковина.

Аннотация. По результатам исследований содержания хлорофилла в листьях разных сортов озимой пшеницы установлено, что признак «высокое / низкое содержание хлорофилла в листьях» достаточно хорошо наследуется. Коэффициент корреляции между показателями у сорта Амелия составил 0,70, а у сорта Маркиза – 0,80. Следовательно, применяя экспресс-анализ хлорофилла, наряду с другими методами (включая визуальный осмотр, лабораторные исследования качества и т. д.), начиная с отбора элитных растений для закладки П-1, можно вести поддерживающую селекцию сорта.

INTRAVARIETY VARIABILITY OF QUANTITATIVE CHARACTERISTICS AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF WINTER WHEAT VARIETIES DURING THE PROCESS OF ORIGINAL SEED PRODUCTION

V. G. Timoshchenko, V. N. Khaletsky

Republican Unitary Enterprise «Brest Regional Agricultural Experimental Station of the National Academy of Sciences of Belarus»

Pruzhany, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 225133, Pruzhany, 5 Urbanovich St.)

Key words: winter wheat, varieties, Amelia, Marquise, chlorophyll, pigments, intravarietal variability, biotype, families, protein, gluten.

Summary. Based on the results of studies of chlorophyll content in the leaves of different varieties of winter wheat, it was established that the trait «high / low chlorophyll content in leaves» is quite well inherited. The correlation coefficient between the indicators for the Amelia variety was 0,70, and for the Marquise variety – 0,80. Therefore, using express analysis of chlorophyll, along with other methods (including visual inspection, laboratory quality tests, etc.), it is possible, starting with the selection of elite plants for planting P-1, to carry out maintenance selection of the variety.

(Поступила в редакцию 14.06.2024 г.)

Введение. Решение проблемы наращивания производства зерна возможно лишь на основе комплексного подхода, важным элементом которого является использование высокоурожайных сортов и высококачественных семян, обеспечивающих значимый уровень прибавки урожая. Наиболее полно свои продукционные потенции сорта проявляют при посеве высококачественными семенами, получение которых может обеспечить хорошо организованное семеноводство.

В системе ресурсных факторов, определяющих эффективность технологических процессов в растениеводстве, высококачественным семенам сортов и гибридов принадлежит ведущая роль. Эффективность устойчивого семеноводства за счет реализации генетического потенциала новых сортов, агроэкологической специализации, повышения качества семян, снижения нормы высева, увеличения коэффициента размножения и, как следствие, сокращения семеноводческих посевов, что в дальнейшем позволит включение этих площадей для производства товарной продукции является приоритетным направлением повышения эффективности семеноводства.

Вопрос об урожайных качествах элитных семян является центральным вопросом семеноводства, определяющим применение того или иного метода отбора, что в значительной мере предопределяет ценность семян последующих репродукций. Научно обоснованное первичное семеноводство самоопыляющихся культур базируется на экспериментальных данных, отражающих характер изменчивости сорта [1, 4, 5, 6].

Сохранение наследственных свойств сортов, занесенных в Государственный реестр, при их возделывании является важнейшей задачей семеноводства. Одним из значительных факторов, формирующих урожайные свойства семян, является система специальной агротехники.

Взаимосвязь между комплексом внешних условий, урожаем и качеством семян, закономерности реализации генетической информации в процессе онтогенеза очень сложны и служат основой семеноводческой агротехники, призванной направленно выращивать высокоурожайные семена. Разработка приемов выращивания семян зерновых и зернобобовых культур с учетом сортовых особенностей является одним из приоритетных направлений в работе научных учреждений.

В условиях специализированного семеноводства агротехнический комплекс выращивания семян с высокими посевными качествами и урожайными свойствами имеет важное значение. Наибольший интерес в разработке семеноводческой технологии выращивания полевых культур представляют предшественники, удобрения, нормы высева, предпосевное стимулирование семян и растений в период вегетации. В связи с этим

актуальным является научное обоснование технологического комплекса производства биологически полноценных семян [2, 4].

Цель работы – изучить внутрисортovou изменчивость количественных признаков и биохимического состава семян у сортов озимой пшеницы в процессе оригинального семеноводства.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» размещались в 2021-2023 годах на полях разных севооборотов: 2021/22 год – в урочище Кулики, в 2022/23 году – на полях прилегающих к микрорайону Северный-2 г. Пружаны (по левую сторону от автомобильной дороги Р85 (Слоним – Высокое)). По гранулометрическому составу почва на всех участках была дерново-подзолистая рыхло-супесчаная, подстилаяемая с глубины 0,5-0,7 м рыхлыми водно-ледниковыми песками. Данные агрохимического обследования пахотного горизонта почв участков проведения полевых опытов в 2021-2023 годах свидетельствуют, что мощность пахотного горизонта составляет 24 см, pH – 5,51-6,11, содержание гумуса – 2,68-2,31, P_2O_5 – 168-234 мг /кг, K_2O – 199-206 мг/кг почвы.

Посев произведен вручную с расчетной нормой высева 3,5 млн. всхожих семян на гектаре (т. е. 350 шт./м²). Изменение динамики биотипного состава сортов озимой пшеницы Амелия и Маркиза проводился в испытательной лаборатории качества семян УО «БГСХА» была проведена паспортизация исходного материала. В фазу начала колошения произведен экспресс-анализ содержания пигментов во флаговых листьях растений озимой пшеницы с помощью портативного хлорофиллометра Dualex (20).

Поделяночная уборка и учет урожая проводился селекционным комбайном «Винтерштайгер Дельта» с последующим взвешиванием, отбором проб на влажность, сушкой семян на напольной сушилке с активным вентилированием.

Результаты исследований и их обсуждение. В целом сезон 2021/22 года был благоприятен для роста и развития растений озимой пшеницы, что и предопределило высокую ее зерновую продуктивность. Погодные условия в осенний период вегетации в 2022 году (достаточный уровень влагообеспеченности почвы на момент сева за счет обильных сентябрьских дождей, повышенный относительно климатической нормы температурный фон в октябре, длительный безморозный период) способствовали получению дружных всходов и хорошему начальному росту и развитию растений озимой пшеницы. Активная вегетация возобновилась в марте (ориентировочно 15.03.2023), что позволило достаточно рано приступить к подкормкам озимых культур,

но продолжительный засушливый период с 26.04 по 17.06 (40,4 мм осадков) отрицательно сказался на линейном росте растений и на крупности зерна, что в конечном итоге отразилось на урожае.

По результатам исследований необходимо было установить исходные озимой пшеницы Амелия и Маркиза.

В фазу начала колошения произведен экспресс-анализ содержания пигментов во флаговых листьях растений озимой пшеницы 4 сортов с помощью портативного хлорофиллометра Dualex (20). Такой же анализ проведен в питомниках испытания потомств 1-го года (за исключением семей, выбракованных по сортовым отличиям) сортов Амелия (таблица 1) и Маркиза (таблица 2).

Выявлены слабые положительные тенденции зависимости концентрации хлорофилла в листьях и показателя азотного баланса от качества высеванных семян (в частности, от массы 1000 семян). Коэффициенты прямой парной корреляции (коэффициент Пирсона) составили по сорту Амелия 0,19 и 0,25 соответственно.

Таблица 1 – Экспресс-анализ состоянию пигментной системы флаговых листьев растений озимой пшеницы сорта Амелия в фазу начала колошения (2022 год)

№ семьи в П-1	Расчетная масса 1000 высевных семян, г (A_1)	Концентрация хлорофилла, мг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
1	40,9	56,05	34,4
6	42,0	47,45	30,6
8	40,7	56,55	28,2
13	43,9	53,02	28,9
18	45,7	53,62	32,0
20	40,9	49,07	34,4
21	40,3	42,91	27,7
22	44,4	51,76	30,9
24	43,1	55,06	30,7
30	42,7	54,53	34,4
В ср. по П-1	41,9	50,53	30,2
В ср. по выборке	42,5	52,0	31,2

Наибольшей по весу была семья № 24, отличавшаяся высокой концентрацией хлорофилла в фазу флаг-листа (55,06 мг/см²) при среднем значении индекса азотного баланса (30,7 ед.).

Аналогичный экспресс-анализ проведен на питомнике испытания потомств 1-го года сорта Маркиза (таблица 2). Результаты его, в целом, сопоставимы. Концентрация хлорофилла в листьях растений сорта Маркиза в среднем на 5 % ниже, чем у сорта Амелия.

Таблица 2 – Экспресс-анализ состоянию пигментной системы флаговых листьев растений озимой пшеницы сорта Маркиза в фазу начала колошения (2022 год)

Пор. № семьи в П-1	Расчетная масса 1000 высеянных семян, г (A_1)	Концентрация хлорофилла, мкг/см ²	Индекс азотного баланса (NBI)
1	32,0	50,44	31,65
6	34,3	46,61	34,59
8	22,3	36,16	24,32
13	28,6	47,92	30,08
18	21,5	49,02	33,51
20	28,0	54,41	33,77
21	28,5	51,81	34,04
22	34,0	43,35	27,44
24	23,8	45,74	27,87
26	33,2	47,95	31,70
В ср. по П-1	28,6	47,34	30,89
В ср. по выборке	28,1	47,27	30,8

Аналогично как и по сорту Амелия, для более глубокого анализа выделено 4 семей сорта Маркиза с высокой (49 мкг/см² и выше) и 1 семьи с низкой (40 мкг/см² и ниже) концентрацией хлорофилла в листьях, а также 4 семьи с высоким (33 и выше) и 1 – с низким (25,8 и ниже) показателями NBI.

В результате статистического анализа установлена слабая зависимость концентрации хлорофилла от крупности (A_1) высеянных семян (коэффициент прямой парной корреляции 0,29), а также, наоборот, крупности (A_2) полученных семян от концентрации хлорофилла (коэффициент 0,30). Также масса 1000 семян урожая 2022 года в слабой степени коррелировала (коэффициент 0,25) с индексом азотного баланса (NBI) во флаговых листьях.

По сорту Амелия средняя масса семян одной семьи в исследуемой выборке составила 328 г, размах варьирования – от 130 до 470 г. Наименьшей по весу оказалась семья из П-1 сорта Амелия № 18 (130 г), полученная от наиболее мелкосемянного (A_1 = 21,5 г) исходного элитного растения, характеризовавшаяся в ходе вегетации 2022 года достаточно высокими показателями концентрации пигментов и значением индекса азотного баланса. Масса 1000 семян (A_2) этой семьи составила 40,03 г, что близко к среднему значению в данной выборке. Наибольшими по весу была семья № 8 (470 г). Данная семья происходила от достаточно мелкосемянного элитного растения (A_1 = 22,3 г) и в ходе вегетации 2022 года отличалась низкой концентрацией хлорофилла во флаг-листе (36,16 мкг/см²) и низким значением индекса азотного баланса (24,3 ед.). Полевая всхожесть у сорта Амелия в среднем по

выборке составила 76,9 %, у сорта Маркиза – 74,6 %. Густота стояния растений перед уходом в зиму – от 200 до 380 растений на 1 м².

Для изучения динамики изменения биотипного состава сортов озимой пшеницы Амелия и Маркиза в процессе репродуцирования в Испытательной лаборатории качества семян УО «БГСХА» проведена паспортизация исходного материала указанных сортов (репродукции П-2) урожая 2021 года, из которых были отобраны элитные растения для исследований 2022 года.

Результаты молекулярно-биохимической паспортизации свидетельствуют, что проанализированные образцы, имеют сортовую подлинность и принадлежность на уровне 99-100 % в сравнении с оригинальным уровнем.

В то же время оригинальные семена обоих сортов, в сравнении с исходным (аутентичным) уровнем, обладают рядом отличительных критериев, определяемых на основе результатов биохимического маркирования. В частности, исследованные генотипы характеризуются сдвигом внутренней гетерогенности.

Так, сорт Амелия в популяции оригинального сорта состоит из 3 биотипов в пропорциях 75 : 15 : 10; у исследуемого образца присутствуют только 2 наиболее распространенных биотипа с частотами встречаемости 85 : 15 соответственно.

При проведении паспортизации отмечено, что исследованные образцы семян сортов Амелия и Маркиза сохраняют все маркерные сортовые позиции, включая маркеры, опосредованно связанные с проявлением ценных признаков и свойств, определяемых на основе биохимического маркирования.

Экспресс-оценка содержания хлорофилла в листьях изучаемых семей свидетельствовала о значительной гетерогенности сорта Амелия по данному признаку. Наиболее высоким содержанием хлорофилла в листьях характеризовались семьи с порядковыми номерами 3 (в среднем 49,3 мкг/см²) и 10 (48,6 мкг/см²), а наименьшим – семьи № 6 и 7 (37,2-8,1 мкг/см²).

В питомнике П-2 сорта Маркиза разбежка по концентрации хлорофилла в листьях растений большинства семей была незначительной. Только семья под номером 3 характеризовалась значительно более низкими значениями данного показателя, особенно при 2-м и 3-м учете. Наиболее высоким содержанием хлорофилла в листьях характеризовалась семья с порядковым номером 7 (в среднем 49,7 мкг/см²). В целом же оказалось, что растения сорта Маркиза при всех учетах превосходили по содержанию хлорофилла в листьях сорт Амелия на 4,5-4,8 %.

При сравнении результатов экспресс-анализов 2022 и 2023 годов установлено, что признак «высокое / низкое содержание хлорофилла в листьях» достаточно хорошо наследуется. Коэффициент корреляции между показателями 2022 и 2023 годов у сорта Амелия составил 0,70, а у сорта Маркиза – 0,80.

Диаграмма на рисунке 1 свидетельствует, что в условиях 2023 года все изучаемые семьи сорта Амелия содержали хлорофилла меньше, чем в предыдущем году. Косвенно это может свидетельствовать о недостаточной пластичности данного сорта.

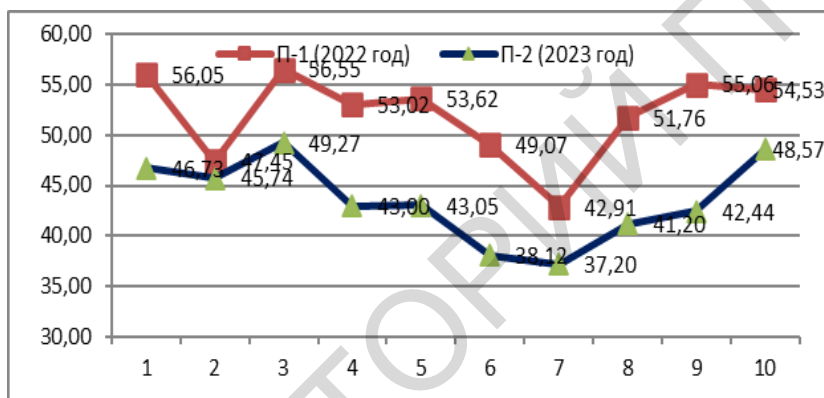


Рисунок 1 – Концентрация хлорофилла (мкг/см²) в листьях исследуемых семей озимой пшеницы сорта Амелия

И, наоборот, у сорта Маркиза графики содержания хлорофилла в листьях как в 2022, так и в 2023 году практически совпадают, за исключением двух семей (рисунок 2).

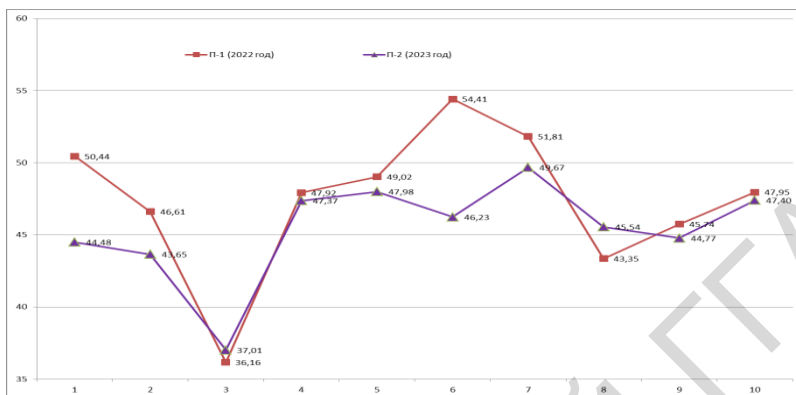


Рисунок 2 – Концентрация хлорофилла ($\text{мкг}/\text{см}^2$) в листьях исследуемых семей озимой пшеницы сорта Маркиза

Получено 132,6 кг семян сорта Амелия и 96,7 кг – сорта Маркиза. В среднем каждый килограмм высеванных в П-2 семян сорта Амелия обеспечил получение в урожай свыше 40 кг семян. Выделились наиболее высокопродуктивные семьи (№ 1, 4, 6, 7) с коэффициентом разmultiplication (по массе) более 50 раз.

Продуктивность семей сорта Маркиза в П-2 оказалась примерно на 25 % ниже: в среднем каждый килограмм высеванных в П-2 семян обеспечил получение в урожай около 30 кг семян. Выделились наиболее высокопродуктивные семьи (№ 3, 5, 9, 10) с коэффициентом разmultiplication (по массе) около 40 крат и выше. Средняя масса 1000 семян у сорта Амелия составила в 2023 году 56 г, а у сорта Маркиза – 53,4 г, что свидетельствует о достаточно благоприятных внешних условиях в период налива зерна.

По 2 семьи каждого сорта (№ 3 и 7), различающиеся в значительной степени по комплексу оцененных показателей, были исследованы в испытательной лаборатории качества семян УО «БГСХА». Для сорта Амелия характерно (в оригинале) наличие трех биотипов в соотношении 78 / 15 / 10 %. Из двух исследованных образцов только семья № 7 в достаточной мере соответствовала данной формуле. В то же время у семьи № 3 отсутствовал 3-й биотип вовсе, а среднее число белковых компонентов оказалось на 20 % меньше, чем у стандарта.

Стандартная сортовая популяция сорта Маркиза включает в себя 2 биотипа в соотношении 65/35 %. Проанализированный образец № 7 практически полностью соответствовал стандарту. Вторая проанализированная семья (№ 3) на 100 % относилась только к одному (преобладающему в популяции) биотипу.

Сравнивая полученные данные молекулярно-биохимического маркирования 2022 и 2023 годов, мы видим, что и в объединенном образце сорта Амелия, из которого отбирались элитные растения для питомника испытания потомств 1-го года, 3-й биотип в 2022 году также не был обнаружен.

Исходный семенной материал сорта Маркиза содержал оба характерных для сорта биотипа, но при отборе и репродуцировании семей минорный биотип оказался утерян в семье № 3.

Таблица 3 – Показатели качества зерна пшеницы урожая 2023 года (по данным испытательной лаборатории качества семян УО «БГСХА»)

Наименование образца	Протеин, %	Клейковина, %	Сила муки	Седиментация муки	ИДК	Число падения, сек
Сорт Амелия						
№ 3	13,62	27,6	251,15	21,139	85,888	291,0
№ 7	14,74	29,1	260,66	16,829	88,275	283,0
Сорт Маркиза						
№ 3	14,36	34,1	282,48	29,101	82,779	304,0
№ 7	16,98	32,9	223,94	34,785	84,052	295,0

Исследования качества зерна пшеницы свидетельствуют, что образцы сорта Амелия (№ 3 и 7) относительно близки по ряду показателей (таблица 3). Содержание протеина в них составило 13,62 и 14,74 %, клейковины – 27,6 и 29,1 %.

Внутрисортные различия между семьями у сорта Маркиза оказались более существенны. К примеру, образец № 3 содержит 14,36 % протеина, 34,1 % клейковины; сила муки – 282,48 единиц, показатель седиментации муки – 282,48 единиц. В то же время образец № 7 характеризовался большим содержанием протеина (16,98 %), меньшим – клейковины (32,9 %) и гораздо меньшими значениями силы муки (223,94 ед.) и ее седиментации (34,785 ед.).

Вывод. Таким образом, используя экспресс-метод определения содержания пигментов в листьях озимой пшеницы можно производить отбор высокохлорофильных элитных растений, осуществлять браковку семей по концентрации хлорофилла в листьях в питомниках П-1 и П-2, тем самым поддерживать гомеостаз сорта или даже осуществлять улучшение его урожайных свойств и хлебопекарных качеств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сапега, В. А. Оценка сортов озимой ржи по урожайности и параметрам экологической пластичности в условиях Северного Зауралья / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова // Агр-

рарная наука Евро-Северо-Востока / Федер. аграр. науч. центр Северо-Востока им. Н. В. Рудниченко. – Киров, 2018; Т. 64, N 3. – С. 22-27.

2. Тимошенко, В. Г. Озимое тритикале: селекция, семеноводство, технология возделывания / В. Г. Тимошенко; М-во сел. хоз-ва и продовольствия РБ, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГТАУ, 2012. – 178 с.

3. Тимошенко, В. Г. Сравнительная характеристика основных элементов продуктивности образцов озимого тритикале по общей и специфической комбинационной способности / В. Г. Тимошенко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2011; Т. 3. – С. 243-250.

4. Факторы и условия развития семеноводства сельскохозяйственных растений в Российской Федерации / А. Н. Березкин [и др.]. – Москва: ФГОУ ФПО РГАУ – МСХА, 2006. – 300 с.

5. Никитенко, Г. Ф. Биологические основы семеноводства зерновых культур (некоторые вопросы теории и практики) / Г. Ф. Никитенко. – Москва, Колос. – 1968. – 232 с.

6. Розвадовский, А. М. Совершенствование первичного и элитного семеноводства гороха / А. М. Розвадовский // Селекция и семеноводство, 1990; Т. 1. – С. 44-45.

УДК 634.1.055.631.52

ПОДБОР СОРТОВ-ОПЫЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОСОРТНЫХ ТОВАРНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

**О. А. Якимович, Т. А. Гашенко, С. А. Ярмолич, М. Н. Борисенко,
И. Г. Полубятко, Ю. Г. Кондратенко, Г. М. Марудо**

РУП «Институт плодородства»

аг. Самохваловичи, Республика Беларусь (Республика Беларусь,
223013, Минская обл., Минский р-н, аг. Самохваловичи,
ул. Ковалева, 2, e-mail: pear.belsad@gmail.com)

Ключевые слова: пыльца, сорт, опылитель, яблоня, груша, слива, вишня, Беларусь.

Аннотация. Сортимент плодовых культур постоянно расширяется. В современном плодоводстве широко применяется закладка садовых кварталов одним коммерческим сортом, что дает ряд преимуществ. В связи с этим усилия ученых направлены на выявление взаимоопыляемых сортов, поиск лучших сортов-опылителей, у которых совпадают сортовая агротехника, сроки цветения и созревания. В статье приведены результаты исследований РУП «Институт плодородства» по определению универсальных сортов-опылителей для наиболее востребованных в Беларуси сортов плодовых культур (яблони, груши, сливы домашней, вишни) в промышленных моносортовых насаждениях. Изучали продолжительность фазы цветения объектов исследования, жизнеспособность и фертильность пыльцы, эффективность гибридизации (процент полезной завязи по отношению к свободному опылению). Выделены 6 сортов-опылителей плодовых культур, характеризующихся совпадением сроков цветения и хорошим качеством пыльцы, способствующей получению не менее 60 % завязавшихся плодов по отношению к свободному опылению.