

С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор
 Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
 РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы

И.М. Куликов, доктор экономических наук, академик РАН
Ю.В. Афанасьева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства
 РФ, 115598, г. Москва, ул. Загорьевская, 4

Е.В. Зуев, кандидат сельскохозяйственных наук
 ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
 РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

О.О. Белошاپкина, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
 РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

А.В. Дементьев, младший научный сотрудник
 ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
 РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44
 E-mail: sul20@yandex.ru

УДК 633.11:631.5:57.022

DOI:10.30850/vrsn/2021/1/16-24

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ УСТОЙЧИВЫХ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ СОРТОВ

*Представлены результаты 50-летнего изучения генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР на устойчивость к биотическим стрессовым факторам в условиях Московской области согласно «идеалу» сорта, отмеченного Н.И. Вавиловым в 1935 году. Полевые изучения озимой пшеницы проведены в ФГБНУ ФНЦ садоводства, фитопатологические исследования – в ФГБНУ ВНИИ фитопатологии и РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева. Коллекцию пшеницы изучали согласно Методическим указаниям ВИР, использовали унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Семена на устойчивость к энзимо-микозному истощению оценивали оригинальными методами. Установлено ежегодное поражение коллекционных образцов озимой пшеницы бурой ржавчиной, мучнистой росой без ощутимого хозяйственного ущерба. Отмечено поражение септориозом колоса и листьев два раза, фузариозом колоса два раза, корневыми гнилями один раз, вирусом желтой карликовости ячменя один раз, энзимо-микозным истощением семян 20 раз, 3-я стадия ЭМИС – прорастание зерна на корню три раза. Выделен исходный материал по устойчивости к биотическим стрессовым факторам региона для использования в селекционном процессе. Несмотря на трудности соединения в одном сорте пшеницы всех лучших качеств в максимальном их выражении, отечественными селекционерами созданы выдающиеся сорта пшеницы, близкие к «идеалу», отмеченному Н.И. Вавиловым.*

Ключевые слова: озимая пшеница, генофонд ВИР, биотические факторы, фузариоз, септориоз, ЭМИС, корневые гнили, ВЖКЯ.

S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological Sciences, Professor
 All-Russian Research Institute of Phytopathology
 RF, 143050, Moskovskaja obl., Odintsovskiy r-n, Bolshie Vyazemy

I.M. Kulikov, Grand PhD in Economic Sciences, Academician of RAS
Yu.V. Afanasieva, PhD in Agricultural Sciences
 Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery
 RF, 115598, g. Moskva, ul. Zagorevskaya, 4

E.V. Zuev, PhD in Agricultural Sciences
 N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
 RF, 190000, g. St. Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, 42-44

O.O. Beloshapkina, Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor
 Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy
 RF, 127550, g. Moskva, ul. Timiryazevskaya, 49

A.V. Dementiev, junior researcher
 N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)
 RF, 190000, g. St. Petersburg, ul. Bolshaya Morskaya, 42-44
 E-mail: sul20@yandex.ru

SOURCE MATERIAL OF A WINTER WHEAT FOR A STRESS-RESISTANT VARIETIES SELECTION

*The paper presents the results of the 50-year-long research in to the winter wheat genepool from the VIR world collection in Moscow Region to assess biotic stress resistance following N.I. Vavilov's concept of 'ideal variety' proposed in 1935. Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery was responsible for the field studies of winter wheat, and the All-Russian Research Institute of Phytopathology and Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy – for phytopathological studies. The wheat collection was studied in compliance with the VIR Methodological Guidelines using the International COMECON list of descriptors for the genus *Triticum* L. Resistance against enzyme-mycotic exhaustion of seeds (EMIS) was tested using original techniques. It was found that annual brown rust and powdery mildew attacks in the collection's winter wheat samples caused no significant*

economic damage. Two cases of Septoria head and leaf blotch, two cases of Fusarium head blight, one case of root rot, one case of barley yellow dwarf virus, 20 cases of EMIS, and three cases of 3rd-degree EMIS, i.e. seed germination in an ear, were recorded. The parent material resistant to the biotic stresses of the region was selected for breeding. Despite the difficulties in combining all the best qualities in one wheat variety in their maximum expression, domestic breeders have created outstanding wheat varieties close to the "ideal" noted by N.I. Vavilov.

Key words: winter wheat, VIR gene pool, biotic stresses, Fusarium blight, Septoria blotch, EMIS, root rot, barley yellow dwarf virus.

Н.И. Вавилов в своем докладе в 1935 году особую роль для «идеала» сорта отметил устойчивость к болезням. [3] Он считал, что выведение сортов культурных растений, устойчивых к болезням и вредителям, составляет одну из главных задач селекции. Н.И. Вавилов – основоположник учения об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. Он был первым и до сих пор единственным творцом теории, которая по существу названа «теорией генотипического иммунитета». Это один из главных разделов теоретических основ интродукции растений. Н.И. Вавилов доказал селекционерам, генетикам и ботаникам, что иммунитет связан с генетической природой растений, реакция растения-хозяина на внедрение паразита определяется генетическим положением хозяина сравнительно с другими близкими видами. Современное развитие теории генотипического иммунитета позволило открыть важные для селекции закономерности сопряженной эволюции хозяина и паразита на их совместной родине. Труднейшая и наиболее актуальная задача современной селекции – соединение в одном и том же сорте устойчивости одновременно к различным заболеваниям. Селектируя сорт на иммунитет, следует учитывать возможность изменения расового состава паразитов, которое в значительной мере зависит от изменений погоды, и привнесения новых вирулентных рас. [2, 4] Поэтому особое значение приобретает комплексный или групповой иммунитет – одновременная устойчивость к нескольким паразитам, ко многим физиологическим расам.

В бывшем Московском Отделении ВИР имени Н.И. Вавилова, ныне ФГБНУ ФНЦ садоводства, в течение более 50 лет ведется изучение генофонда мировой коллекции озимой пшеницы, составляющей около 3 тыс. образцов.

Цель работы – выделить материал с комплексной устойчивостью к различным заболеваниям для создания сортов озимой пшеницы с групповым иммунитетом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые изучения озимой пшеницы проведены в ФГБНУ ФНЦ садоводства, фитопатологические исследования – в ФГБНУ ВНИИ фитопатологии и РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева.

Материалом исследования послужила дублетная коллекция озимой мягкой пшеницы ВИР, которая находится на хранении в отделе генофонда ФНЦ садоводства в количестве 2626 образцов.

Климат Московской области умеренно влажный, умеренно континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 450...800 мм. Суммы температур более 10°C убывают от 2100°C на юго-востоке и востоке, до 1900°C на северо-западе, вегетационный

период (выше +10°C), укорачивается от 140...145 до 120...125 дней.

По влагообеспеченности и тепловым ресурсам Московская область пригодна для возделывания почти всех сельскохозяйственных культур умеренного пояса. Ступинский район относится ко второму (II) агроклиматическому району, занимающему центральную часть области и входящему в подрайон 11 а – с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами. [18] Почва промерзает до 50...75 см на открытых территориях и до 30...50 см на защищенных. Почва оттаивает 21...29 апреля. Физическая спелость наступает у суглинистых почв, в среднем 20, а у супесчаных – 18 мая. Продолжительность безморозного периода составляет 120...135 дней, что достаточно для полного созревания возделываемых культур. Устойчивый снежный покров образуется к 25 ноября – 2 декабря, а средняя высота снежного покрова составляет 35 см, который может продержаться до 137...143 дней. Гидротермический коэффициент равен 1,3–1,4.

Посев коллекции озимой пшеницы (500 зерен/м²) проводили в оптимальные сроки 25–27 августа в полевом научном севообороте по черному пару, сеялкой ССФК-7М, площадь делянки 2 м². Под предпосевную культивацию вносили НРК 68-60-30, а в подкормку весной – N 50. Агротехника общепринятая для региона. Стандартом служили – сорт *Мионовская 808*, а также в разные годы – *Полукарлик 3*, *Заря*, *Немчиновская 52*, *Московская 39*, которые высевали через 10 и 50 образцов, соответственно.

Коллекцию пшеницы изучали согласно Методическим указаниям ВИР [7, 11], использовали унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. [20] Семена на устойчивость к энзимомикозному истощению оценивали оригинальными методами. [15, 16]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Источники озимой мягкой пшеницы по устойчивости к основным болезням, выявленные в эпитотийные годы исследований

Розовая снежная плесень, возб. *Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I.C. Hallett (син. *Fusarium nivale* (Fr.) Ces.)

За годы исследований сильное проявление розовой плесени на посевах озимой пшеницы отмечено для семи сезонов: в 1985–1986, 1988–1989, 1989–1990, 1997–1998, 2000–2001, 2002–2003, 2004–2005 годах. При проведении фитопатологического анализа был идентифицирован возбудитель данной болезни – *Microdochium nivale* (Fr) Samuels & I.C. Hallett.

Симптомы болезни: при раннем сильном поражении происходит искривление, склеивание и от-

мирение листьев с беловато-розовым налётом на них, гибель растений, вызывающая изреживание посевов. У сохранившихся растений на листьях, начиная с нижних, отмечены водянистые, затем коричневеющие пятна с бело-розовым паутинистым налётом грибницы и конидиального спороношения, рис. 1. (2-я стр. обл.). Листья склеиваются и отмирают, разрушается узел кушения. На погибших растения в отдельные годы при микроскопировании можно увидеть сумчатое спороношение гриба в виде красноватых округлых плодовых тел (перитециев).

По устойчивости к розовой снежной плесени, числу зерен с колоса, крупнозерности, полеганию и урожайности в 1989–1998 годах выделились: *Linna* (к-45889), *Hja* 24499 (к-62273) из Финляндии; *WW* 23262 (к-51808), *Holger* (к-62310), *Sheriff Dickopf* (к-40526), *Svalofs Sonnet II* (к-45132), *Sv* 61246 (к-47099), *WW* 24089 (к-51803), *Sv* 65646 (к-55305), *Hildur* (к-54130), *Kosack* (к-58137) из Швеции; *PP* 114-74 (к-57618), *Liwilla* (к-57580) из Польши; *Hornet* (к-60100), *Legend* (к-61498), *Maris Ploughman* (к-57944) из Великобритании; *PE* 6490 (к-52656) из Дании; *Zdar* (к-57255) из Чехии; *Remus* (к-56904), *Caristern* (к-57610), *Tukan* (к-57579) из Германии; *Радуга* (к-50948), *Немчиновская 846* (к-56861), *Лютесценс 497/83* (к-57657) из Московской обл., РФ; *Бригантина* (к-55181) из Украины.

В 2003 и 2005 годах по устойчивости и урожайности отмечены сорта: стандарт *Московская 39* из Московской обл., урожайность – 178 г/м²; *Казанская 560* (к-63565) из Татарстана – 327 г/м²; к-15339 из Беларуси – 295 г/м²; *Мильтурум 5811* (к-40710) из Ленинградской обл. – 192 г/м²; к-11231 из Воронежской обл. – 190 г/м²; *Tab 2598*, к-44326 (187 г/м²); финские образцы: *B* 503 (к-44839) – 177 г/м², *Antti* (к-42673) – 150 г/м²; *Карельская безостая* (к-40579) из Карелии – 160 г/м²; линии из Краснодарского края: *КОС 2168-92* (к-63584) – 140 г/м², *КОС 2113-92* (к-63595) – 130 г/м², *КОС 2300-92* (к-63588) – 140 г/м²; *Северодонецкая юбилейная* (к-63567) из Ростовской обл. – 160 г/м²; сорта из США: *Hoff* (к-63543) – 130 г/м², *Hall* (к-63556) – 160 г/м². У вышеперечисленных образцов среднее число зерен с одного колоса – 42...59 шт., масса 1000 зерен – 45 г.

Мучнистая роса, возб. *Blumeriagraminis* (DC.) Speer (син. *Erysiphegraminis* DC.f.sp. *tritici* Em. Marshal)

Эпифитотия мучнистой росы зафиксирована в 1981 и 1987 годах. Следует отметить, что оценка мировой коллекции пшеницы озимой на устойчивость к мучнистой росе необходима, но в условиях Московской обл. за 50 лет не отмечена существенная вредоносность болезни и связанные с этим потери урожая. Все образцы отечественной и зарубежной селекции – высокотолерантные.

В 1981 году из 547 изученных образцов пшеницы у 162 было слабое поражение мучнистой росой (балл 7), у 185 – среднее и сильное (5 и 3), стандарт *Мироновская 808* очень сильно поражен мучнистой росой (1). Слабо поразились мучнистой росой сорта и линии: *Hohenthurmer 6921/68* (к-50620), *Hohenthurmer 5171/67* (к-50631), *Hohenthurmer 2078/70* (к-50628), *Hohenthurmer 20901/70*

(к-50629), *Hohenthurmer 13653/67* (к-50632), *Hohenthurmer 27691/71* (к-50675), *Hohenthurmer 29521/69* (к-50676), *Hadmerslebener 22228/70* (к-50612) из Германии; *Oasis* (к-51829), *Tecumseh* (к-51792) из США; *Wattines* (к-50740) из Франции. Выявленные образцы по урожаю и массе 1000 зерен (400...450 г/м² и от 45...47 г) превосходили стандарт (400 г/м² и 37 г).

В 1987 году из 500 образцов коллекции устойчивостью к мучнистой росе (балл 7) характеризовались сорта: *Kronjuwel* (к-57615), *Urban* (к-59547) из Германии; *UN7050* (к-57255) из Чехии; *Sv. 75268* (к-56156), *Helge* (к-56872), *Walde* (к-51794), *Sv. Vg 74393* (к-56065) из Швеции; *FM-187* (и-441409) из Польши; *Maris Durrin* (к-55232), *Maris Marksman* (к-55233) из Великобритании; *Колыбеловская 33* (к-56422) из Самарской обл.; *Заря* (к-49916) из Московской обл. По урожайности данные образцы не уступали стандарту – 550...600 г/м², однако имели более низкую массу 1000 зерен – 30...40 г (масса 1000 зерен стандарта – 41 г).

Буряя ржавчина, возб. *Puccinia triticina* Eriks

Обязательная оценка пшеницы озимой из генфонда ВИР на устойчивость к бурой ржавчине проводится ежегодно. Сильное проявление болезни в 1976 и 1977 годах не причинило значительного ущерба. Во все годы урожайность и масса 1000 зерен у источников устойчивости была ниже стандарта на 10...25 %. Однако предпочтение можно отдать образцам, которые представляют интерес для селекции как устойчивые и высокотолерантные. По устойчивости к бурой ржавчине выделили: *Dippes Triumph* (к-45029), *Sylvia* (к-46607), *Ibis* (к-45335) из Германии; *Sturdy* (к-48223), *Wester* (к-48229), *Wesel* (к-48231), *Kansas 594-2* (к-51242), *Nelson* (к-63522), *Charmany* (к-63526), *TAM 108* (к-61609), *TAM 200* (к-61610), *Ks 90 WGRG 10* (к-62377) из США; *Ives* (к-63016) из Финляндии; *Justus* (к-63280), *Leopold* (к-63275), *Expert* (к-63273) из Австрии; *Alrakis* (к-63369) из Швейцарии; *Волжская 6* (к-63120) из Ульяновской обл.; *Слав* (к-63117), *Tau* (к-63002) из Владимирской обл.; *Московская 39* из Московской обл.

Образец *Neuzucht 14/14* (к-40109) из Германии, который П.П. Лукьяненко использовал в своих скрещиваниях, в условиях Московской обл. в 1990-е годы стал сильно поражаться бурой ржавчиной, возможно, из-за появления новых физиологических рас.

Корневые гнили, фузариозная, возб. *Fusarium* sp., в том числе *F.culmorum* *F.avenaceum* *F.oxysporum* Schlecht. ex Fr., и гельминтоспориозная, или обыкновенная, возб. *Bipolaris sorokiniana* Shoem. (син. *Drechslera sorokiniana* Subram.et Jain, *Helminthosporium sativum* Pam.)

Сильное поражение корневыми гнилями смешанной этиологии было отмечено в 1990 году. Болезнь проявилась до фазы молочной спелости в виде белоколосицы – одного из типичных симптомов корневых гнилей. Из обследуемых 500 образцов 40 сформировали мелкое, шуплое зерно, при повторном посеве они были всхожими. Корневые

гнили разной этиологии – вредоносные и трудноискоренимые микозы, для которых фитосанитарный мониторинг обязателен. [1]

Коллекционные образцы во все годы изучения были толерантны к возбудителю корневых гнилей и болезнь значимого ущерба не причиняла.

Устойчивость к энзимо-микозному истощению семян

Лимитирующим фактором региона, также считается устойчивость к повышенной и избыточной влажности в период налива зерна, что вызывает развитие и прогрессирование сопряженной болезни – «истекание» зерна или энзимо-микозное истощение семян (ЭМИС). Исследователи – Холодный Н.Г. [19], Дунин М.С, Темирбекова С.К. [9], Сандухадзе Б.И. [14] отмечали, что при недостатке положительных температур, повышенной атмосферной влажности, часто проявляемой в период созревания зерна, снижается урожай (30...50 % и более) и одновременно ухудшается качество зерна.

Комплексная или сопряженная болезнь – ЭМИС за 50 лет исследований проявлялась 21 раз в следующих годах: 1976-1980, 1981, 1985, 1986, 1987, 1990, 1991, 1994, 1995, 1999, 2003, 2004, 2006, 2009, 2013, 2019, 2020.

Абиотические и биотические причины заболевания и главные особенности патогенеза (возникновение и развитие) ЭМИС можно охарактеризовать как сопряженные патологические процессы, протекающие в большинстве случаев в две стадии, а иногда и с дополнительной, качественно иной, третьей стадией – прорастание на корню, в валках и во влажных ворохах. [9, 15]

Во все годы изучения обильные осадки выпадали в фазе цветения – налива зерна, что способствовало развитию первой энзимной (неинфекционной) стадии – биологическое травмирование на корню и микозная стадия (болезнь колоса). За 50 лет трижды зафиксирована третья стадия – прорастание на корню.

Известно, что условия благоприятные для проявления действий абиотических факторов складываются значительно раньше, нежели для деятельности фитопатогенов. Во влажных условиях, начиная с цветения, на растении в результате неинфекционных ферментативных процессов создается для грибов идеальный питательный субстрат. Макро-микротравмы, образующиеся при осмотическом и гидростатическом давлении – результат энзимной стадии, мы назвали биологическим травматизмом на корню. [10, 16] Они служат «открытыми воротами» для внедрения фитопатогенов. Ранее в научной литературе было отмечено только механическое травмирование семян при уборке, сушке. Мы установили скрытые и открытые травмы в фазах цветения-полной спелости, рис. 2 (2-я стр. обл.)

При каждом новом увлажнении колосьев и зерен не только у пшеницы, но и у других зерновых культур: ржи, тритикале, ячменя, овса, кукурузы, о чем свидетельствуют данные по потерям сухого вещества в различные фазы развития и массы 1000 зерен, образуются новые «порции» продуктов гидролиза белка, углеводов и липидов, что становится идеальной средой для грибов, которая активизирует метаболизм фитопатогенов и способствует дальнейшему

разрушению зерна. В этих условиях у сапрофитных и полупаразитных грибов, таких как альтернария и фузариум, при питании на средах различного биохимического качества вышеперечисленных зерновых культур отбираются из состава популяции паразитические формы, которые подавляют жизнеспособность семян в процессе длительного хранения и снижают всхожесть при посеве в неблагоприятные годы. Вредоносность семенной инфекции нарастает от заражения до формирования всходов. В дальнейшем ведущая роль в патогенезе принадлежит почвенной микобиоте.

В условиях Московской области в течение 17 лет из 21 отмечены массовые поражения колосьев альтернариозом у пшеницы, ржи и озимого тритикале – возбудитель *Alternaria alternata* (Fries) Keisler. (син. *A. tenuis* Nees.), рис. 3 (2-я стр. обл.).

В отдельные годы экологическую нишу альтернариоза на колосьях и зернах занял фузариоз, а в 1987 – септориоз листьев и колоса. Нашими наблюдениями установлено, что споры грибов начинают появляться в фазах колошения и цветения зерновых культур [9], а в фазе налива зерна их численность резко возрастает. Грибы рода *Alternaria* – почти универсальные, высоко адаптированные обитатели генеративных органов (пыльники) и зерновок пшеницы, овса и ячменя, ржи и тритикале в Центральном регионе РФ. Заражение колоса и семян альтернарией при влажной погоде происходит с цветения до уборки, а также в процессе хранения. Для роста и размножения гриб пользуется готовым идеальным питательным субстратом, образовавшимся в результате гидролиза продуктов обмена веществ растений, выступающими на поверхность. В 1987, 1988, 1990, 1997, 2020 годах отмечено массовое поражение колосьев альтернариозом (проявление симптома черноколосицы, черниколоса).

В сапротрофной популяции *Alternaria alternata* появлялись мутации, обеспечивающие патогенность, и токсинообразование. Иногда патотип *A. alternata* ведет двойственный образ жизни, переходя от сапротрофной к паразитической форме существования, что имеет большое практическое значение. Способность к токсинообразованию у *A. alternata* и действие токсинов сводится к последовательному, ступенчатому подавлению механизмов общей устойчивости у восприимчивых растений, а также потерям жизнеспособности семян в процессе хранения (табл. 1).

У сортов, убранных в засушливый 2010 год, через 8 лет хранения отмечено невысокое заселение зерен *A. alternata* – от 5 до 18 %, при энергии прорастания от 20 до 72 %, всхожести – 35...95 %. Следовательно, семена, убранные в сухой год, сохраняют хорошую жизнеспособность и после 8 лет хранения, поскольку они были заселены патогеном в наименьшей степени. Урожай, убранный во влажный год и заложенный на хранение, больше всего поражается альтернарией и через пять лет хранения у семян жизнеспособность снижается, о чем свидетельствуют данные 2011 года через 8 лет хранения (табл. 2).

Обращаем внимание на то, что семенной материал с пониженной жизнеспособностью не следует использовать для производства семян, поскольку

Таблица 1.

Влияние возбудителя *A. alternata* на жизнеспособность семян при их посеве после длительного хранения (8 лет)

№ кат. ВИР	Сорт	Происхождение	Энергия прорастания	Всхожесть,	Зараженность семян, % (<i>A. Alternata</i>)	Масса зерна с 1 м ²
54668	<i>Лютеценс 444/73</i>	Россия, Московская обл.	24,00	35,00	5,00	570
54706	<i>Monopol</i>	Германия	59,00	80,00	11,00	510
55529	<i>Tundra</i>	Нидерланды	48,00	69,00	12,00	515
55801	<i>Лютеценс 12</i>	Курская обл.	44,00	78,00	9,00	600
55930	<i>TAW 3295/73</i>	ГДР до 1990 г.	70,00	95,00	0,00	422,5
55932	<i>TAW 12181/72</i>	ГДР до 1990 г.	44,00	65,00	0,00	390
55933	<i>TAW 13802/72</i>	ГДР до 1990 г.	31,00	52,00	0,00	510
55944	<i>TAW 4229/74</i>	ГДР до 1990 г.	20,00	42,00	0,00	525
55971	<i>Л-1749</i>	Курская обл.	36,00	36,00	0,00	620
56339	<i>Derwent</i>	Англия	32,00	49,00	0,00	530
57221	<i>Oberst</i>	Германия	20,00	41,00	0,00	475
57222	<i>Severin</i>	Германия	45,00	60,00	0,00	620
57614	<i>Kadav</i>	Польша	42,00	65,00	0,00	540
58036	<i>Folke</i>	Швеция	72,00	84,00	0,00	505
58138	<i>Ragnar</i>	Швеция	40,00	64,00	15,00	420
58302	<i>Falke</i>	Германия	60,00	69,00	0,00	395
58305	<i>Faras</i>	ГДР до 1990 г.	32,00	45,00	0,00	450
58367	<i>SMH 1624</i>	Польша	29,00	41,00	0,00	460
58831	<i>Лютеценс 398</i>	Россия, Воронежская обл.	21,00	37,00	18,00	585
62274	<i>Hankkijas Ilves</i>	Финляндия	35,00	48,00	0,00	350
57009	<i>Disponent</i>	Германия	37,00	64,00	0,00	370

в нем обнаружено большое число генетических мутаций. В производственных условиях постоянно, независимо от существования восприимчивых сортов, происходят естественные мутации от сапротрофных типов к специфичным патогенам растений, образующим специфичные для хозяев токсины. Эти полевые наблюдения объясняют наблюдавшиеся ранее внезапные появления болезней, вызываемых *A. alternata* на посевах новых созданных и интродуцированных восприимчивых культур. В лабораторных условиях патоген терял свою специфическую вирулентность и свойство образовывать токсин. Кроме того, в большой популяции сапротрофных *A. alternata* при благоприятных условиях культуры удавалось обнаружить спонтанный токсинообразующий мутант. Таким образом, специфическая вирулентность патотипов *A. alternata* зависит, видимо, от способности продуцировать специфические для хозяев токсины, действие которых сводится к последовательному подавлению механизмов устойчивости у растений. Ранее был отмечен данный факт снижения жизнеспособности семян при проявлении паразитических свойств гриба после пятилетнего хранения. [6, 17]

В период длительного хранения семян при малейшем изменении влажности и температурного режима активизируются процессы дыхания, работа гидролитических энзимов — амилаз, протеаз, а также альтернативных и других патогенов, находящихся на поверхности и внутри зерновок. Иногда численность мико- и микробиоты возрастает в геометрической прогрессии.

Во все годы исследований толерантны к альтернативному колосу и семян были сорта Немчиновской селекции: *Заря* (к-49916), *Янтарная 50* (к-54610),

Немчиновская 52 (к-59269), *Немчиновская 25*, *Московская 39* (к-64160), а также зарубежной: *Мириновская 808* (к-43920), *Ровенская 31*, *Одесская 51* (к-46620) из Украины; *Bersee* (к-40092) из Франции; *Compal* (к-57585), *Tukan* (к-57579), *Ibis* (к-45335) из Германии; *Kadav* (к-57614), *FM 187*, *PP 114-74* (к-57618) из Польши; *Vocquiau* (к-49824) из Бельгии.

Фузариоз колоса, возбудители: *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. и др.

Эпифитотия фузариоза колоса в условиях Московской области отмечена два раза за 50 лет: в 1979 году на озимом тритикале и яровой пшенице, в 1991 — на озимом тритикале, озимой и яровой пшенице. Причина развития болезни заключалась в биологическом травмировании на корню — энзимная стадия ЭМИС. В фазах цветения, налива зерна в июле отмечен 21 день с осадками, за месяц их выпало 208,5 мм или 260 % к норме. Август был теплый и дождливый (15 дней), осадков выпало 180,8 % к норме, относительная влажность воздуха была 71...85 %. В фазе цветения обнаружены симптом «роса-медовка» в мужских и женских генеративных органах — пыльниках, которые богаты гидролитическими энзимами, углеводами, белками и липидами. Влажная погода с обильными осадками вызвала активность гидролитических энзимов, что привело к разложению биополимеров и образованию «росы-медовки», которая послужила идеальным субстратом для внедрения фитопатогенов. При фитопатологической экспертизе выделены грибы *Fusarium avenaceum* и *F. culmorum*. Растения пшеницы на 100 % были покрыты

Таблица 2.

Влияние возбудителя *A. Alternata* на жизнеспособность семян при их посеве после длительного хранения (8 лет)

№ кат ВИР	Сорт	Происхождение	Урожай, г/м ²	Масса 1000 зерен, гц	Энергия прорастания	Всхожесть	Зараженность семян, %	
							(<i>A. Alternata</i>)	(<i>Fusarium</i> sp.)
5144	Kubb	Швеция	395	44	75,00	80,00	10,00	
9087	Банатка	Россия, Воронежская обл.	535	24	8,00	8,00	97,00	
9681	–	Россия, Калужская обл.	467,5	29	1,00	4,00	92,00	
9695	–	Россия, Владимирская обл.	322,5	40	39,00	45,00	88,00	
9696	–	Россия, Владимирская обл.	465	27	48,00	52,00	40,00	
9762	–	Россия, Тверская обл.	360	33	12,00	12,00	24,00	
9765	Местная	Россия, Псковская обл.	512,5	30	4,00	12,00	99,00	
10010	Kraffts Verbesserter Siegerlaender	Германия до 1949 г.	382,5	33	0,00	0,00	95,00	
5183	Smoa	Швеция	347,5	37	20,00	32,00	37,00	
6258	Beal	Германия до 1949 г.	365	44	52,00	64,00	55,00	5,00
10267	–	Россия, Смоленская обл.	297,5	38	8,00	12,00	85,00	9,00
10473	Томская	Россия, Томская обл.	305	23	28,00	32,00	19,00	
10566	–	Россия, Псковская обл.	477,5	43	20,00	20,00	32,00	
10571	–	Россия, Ленинградская обл.	270	35	12,00	16,00	36,00	
6301	Roggen	Германия до 1949 г.	282,5	39	36,00	40,00	34,00	
6302	Roberts	Германия до 1949 г.	335	32	23,00	36,00	37,00	
13221	–	Россия, Тверская обл.	457,2	29	16,00	28,00	25,00	
13121	Tystofte Smaahvede II	Дания	365	34	28,00	44,00	60,00	
15199	Московская 2470	Россия, Московская обл.	295	39	30,00	36,00	32,00	
19106	Костромка	Россия, Тверская обл.	442,5	40	55,00	60,00	37,00	
22428	–	Россия, Тверская обл.	557,5	39	48,00	52,00	10,00	5,00
15197	Московская 2453	Россия, Московская обл.	390	37	3,00	8,00	57,00	
15198	Московская 2460	Россия, Московская обл.	317,5	35	4,00	6,00	49,00	3,00
19099	–	Россия, Тверская обл.	545	41	43,00	61,00	31,00	
19399	–	Россия, Красноярский край	385	32	0,00	4,00	99,00	
22391	Московская 2323	Россия, Московская обл.	357,5	42	6,00	17,00	36,00	
22418	Сандомирка	Россия, Орловская обл.	447,5	38	42,00	65,00	11,00	
25143	Ankar	Швеция	375	41	50,00	67,00	36,00	
25147	Kroontarwe	Нидерланды	382,5	47	0,00	0,00	95,00	
25153	W x EP	Нидерланды	590	44	35,00	40,00	22,00	
26140	Siegerlander	Германия до 1949 г.	357,5	42	25,00	38,00	15,00	
24500	Михайловка	Россия, Ленинградская обл.	402,5	37	2,00	5,00	42,00	
24923	–	Россия, Приморский край	305	38	10,00	16,00	10,00	
50610	Hadmerslebener 25603/70	ГДР до 1990 г.	532,5	40	81,00	84,00	4,00	
50672	Hadmerslebener 42498/71	ГДР до 1990 г.	675	46	56,00	68,00	33,00	
19108	–	Россия, Тверская обл.	375	39	20,00	28,00	35,00	
51423	977	Россия, Тамбовская обл.	585	49	8,00	24,00	61,00	
59546	General	Германия	535	50	20,00	44,00	29,00	
60304	TAW 8913/74	ГДР до 1990 г.	770	50	24,00	40,00	52,00	
26228	Bensings Troitzkopf	Германия до 1949 г.	407,5	46	80,00	87,00	8,00	

Растениеводство и селекция

«росой-медовкой», начиная с цветения, что свидетельствовало о проявлении энзимной стадии ЭМИС. Через неделю на колосьях, где была «роса-медовка» можно было увидеть белые, оранжевые и розовые спороношения видов фузариума, рис. 4 (2-я стр. обл.).

Таким образом, теплый и влажный август способствовал фузариуму занять место альтернативы в данной экологической нише. Оценка на устойчивость коллекции пшеницы показала, что в сор-

товом ассортименте каждого региона имеются толерантные и высоко толерантные сортообразцы (25...40 % поражения), которые можно рекомендовать для использования в селекционном процессе. К ним относятся: *Заря* (к-49916), *Немчиновская 24* (к-65757), *Немчиновская 52* (к-59269) из Московской обл.; *Мироновская 808* (к-43920), *Ровенская 31*, *Одесская 51* (к-46620) из Украины; *Уманка* (к-63041) из Краснодарского края; *Bersee* (к-40092) из Франции; *Compal* (к-57585), *Ibis* (к-45335) из Германии.

Особо следует отметить, что в Нечерноземной зоне фузариум поражает озимую рожь, озимое и яровое тритикале и яровую пшеницу, но очень редко озимую пшеницу.

Септориоз листьев возб. *Septoria tritici* Rob. et Desm., колоса возб. *Stagonospora* (син. *Septoria*) *nodorum* Berk.

Эпифитотия септориоза листьев и колоса за время исследования коллекции озимой мягкой пшеницы отмечена только в 1987 году. Именно в это время было сильное развитие энзимной стадии – биологическое травмирование на корню из-за высоких показателей влажности воздуха и температуры. Из 141 образца, изученного в этот год, наибольшую устойчивость проявили 15, четыре из которых в конце вегетационного периода были поражены на 5 %: *NS 2795* из Нидерландов, *Rotor* (к-57239), *SR 8016* (к-57242) *Amandus* (к-57601) из Германии, – у них единичные пятна обнаружены в среднем ярусе листьев, рис. 5 (2-я стр. обл.), на верхних листьях симптомы заболевания отсутствовали. У сортов и линий: *Vosquiau* (к-49824), *Rembrandt* (к-49825) из Бельгии; *PP 114-74* (к-57618), *ST 47/43*, *FM-187* из Польши; *TAW 10929/65*, *Hadmerslebener 32798/78*, *Hadmerslebener 34496/75* (к-59706), *Tukan* (к-57579) из Германии, – поражение септориозом отмечалось на уровне 10 %. У двух немецких образцов поражение септориозом было на 15 %: *NS 2714*, *Compal* (к-57585). Стандартные сорта *Мироновская 808* и *Заря* поразились септориозом на 40...50 %, но урожайность их была высокой – 650...740 г/м². У остальных устойчивых образцов она варьировала в пределах 470...530 г/м², у сортов немецких сортов *Tukan* и *Compal* – 580...630 г/м². Таким образом, эти образцы представляют интерес для селекционных работ по созданию устойчивых сортов к листовой форме септориоза.

Оценивали коллекцию озимой пшеницы на устойчивость к септориозу колоса, учеты проводили на фоне энзимной стадии в конце колошения при молочной-восковой полной спелости и перед уборкой, рис. 6 (2-я стр. обл.). Заслуживают внимания образцы, пораженность колосьев которых находилась в пределах 10...20 %. К ним относятся: *Fenman* (к-57608) из Великобритании, *Liwilla* (к-57580), *PP 114-74* (к-57618), *Gama* (к-57581), *Biala Kozsicka* (к-56262), *Rmo* (к-55220), *Kadav* (к-57614) из Польши; *Tukan* (к-57579), *Compal* (к-57585), *Rector* (к-58304), *Hadmerslebener 34496/75* (к-59706), *Tabor* (к-56907) из Германии; *Vosquiau* (к-49824), *Rembrandt* (к-49825) из Бельгии; *Trifolium 33* (к-56290) из Дании; *Folke* (к-58036), *Sv Vg 73394* (к-56160), *WW 26023* (к-58038), *Salut* (к-58035) из Швеции; *Arina* (к-57528) из Швейцарии; *Заря* (к-49916), *Янтарная 50* (к-54610), *Немчиновская 24* (к-65757) из Московской обл.; *Мироновская 808* (к-43920) из Украины. По урожаю и массе 1000 зерен выделенные образцы были на уровне стандарта – 347...400 г/м² и 37...48 г, соответственно.

Прорастание зерна на корню – 3-я стадия ЭМИС

За 50 лет изучения генофонда озимой пшеницы отмечено трижды прорастание на корню: в 1984, 1999 и 2003 году.

В 1984 году с 24 июля по 30 июля (период массового созревания) ежедневно выпадали осадки, сохранялась высокая температура воздуха – 23...25°C. Оценивали на устойчивость к прорастанию зерна на корню 472 образца, из которых более 100 проросли. Число проросших зерен определяли в навеске 10 г и выражали в процентах от общего числа. Не было проросших зерен в колосе у сортов: *Merkur* (к-57010), *Feldman* (к-54135), *Monopol* (к-54706), *477/58* (к-53516), *Ibis* (к-45335), *TAW 4229/74* (к-55944), *Progress* (к-49830) из Германии; *ZG-2394/73* (к-54720), *K-35A* (к-51978) из Югославии; *Maris Hunstler* (к-55230), *Maris Settler* (к-55229), *Maris Durrin* (к-55232), *Standart Red* (к-46000) из Великобритании; *Донская полукарликовая* (к-54647) из Ростовской обл. Выделившиеся образцы по урожайности (400...500 г/м²) и массе 1000 зерен (43,7...48,9 г) были на уровне стандарта (405 г/м² и 47,9 г).

1999 год был засушливый, но дождливая погода в августе в течение 13 дней в фазе полной спелости способствовала прорастанию зерна на корню до 2 % белозерных форм из 500 коллекционных образцов озимой пшеницы.

В августе 2003 года (начало фазы полной спелости) прошли частые дожди в течение 18 дней (выпало 111,3 мм осадков при норме 74 мм), температура воздуха была 17,8°C при норме 16,4°C. Проросли на корню более 200 образцов из стран Западной Европы и некоторые отечественные, что затруднило уборку комбайном и потребовался пересев. Устойчивость к прорастанию на корню проявили: *Радуга* (к-50948) из Московской обл.; *Льговская 77* (к-49917) из Курской обл.; *Союз 50* (к-49242) из Беларуси; *Воронежская 42* (к-49881), *П-50-75* (к-50962), *Черноземка 56* (к-51735) из Воронежской обл.; *Лютесценс 479* (к-15188) из Омской обл.; *WW 24089* (к-51803) из Швеции; *Jo 03022* (к-48345), *Jo 3088* (к-51779) из Финляндии, *С 564/69* (к-50684) из Польши; *Maris Nimrod* (к-49846), *Rothwell Senator* (к-50762), *Maris Ranger* (к-50721), *Compair* (к-51913) из Великобритании; *Starke II* (к-51409) из Швеции. Урожайность данных образцов варьировала на уровне стандарта – 452...465 г/м².

Иммунологическое изучение вируса желтой карликовости ячменя *Barley yellow dwarf/fluteo virus* (*Hordeum virus nanescens* Rademacheret Schwarz), на озимой пшенице

Вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) поражает примерно 100 видов растений из семейства злаковых, в том числе пшеницу, рожь, ячмень, овес, кукурузу, рис, травы. Этот наиболее вредоносный и широко распространенный вирус, на зерновых культурах мира, вызывает эпифитотии, что приводит к большим потерям урожая. Поэтому заболевание названо «желтой чумой». Массовое поражение пшеницы озимой, ярового ячменя и ярового овса отмечено в 1990 году. Потери урожая достигали 90 %, отдельные хозяйства получили 3...4 ц/га зерна. Диагностика иммуноферментным методом и растениями-индикаторами выявила в больных растениях вирус желтой карликовости ячменя. Изучением ВЖКЯ занимался канд. биол. наук А.И. Зежукин. Им установлено, что симптомы болезней и

степень их проявления варьируют в зависимости от сортообразца, возраста растений, штаммов вируса и экологических условий, окраска листьев больных растений пшеницы озимой изменяется от светло-зеленой до желтоватой и от ярко-желтой до пурпурной. При заражении вирусом всходов озимой пшеницы усиливалось кушение. Растения выколашивались редко, иногда наблюдали колосья на некоторых стеблях. Урожай сильно снижается, также проявляется стерильность колосков и колоса. Растения не выровнены по высоте, встречаются карликового роста.

Устойчивостью и толерантностью характеризовались сорта озимой мягкой пшеницы: *Elmo* (к-58051), *Caldwell* (к-58069), *Adena* (к-63966), *Compton* (к-59342), *Keiser* (к-60725) из США; *Безостая 1* (к-42790) из Краснодарского края; *Юбилейная 50* (к-59789) из Кыргызстана; *Альбатрос* (к-58519), *Одесская 51* (к-46620), *Мироновская 808* (к-43920), *Мироновская 61* (к-57671) из Украины. Сорта озимой пшеницы, принадлежащие к разновидности *erythrospertum* Korn. поражаются вирусом слабее.

Выводы. Оценка на устойчивость к биотическим стрессам генофонда озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР позволила выявить ценный исходный материал для использования в селекционном процессе. Следует обратить внимание на то, что усилия по использованию в производстве высокоустойчивых к определенным расам паразитов сортов не привели к успеху. Исключение из агроценоза маловирулентных рас способствует их возникновению, отбору и распространению более агрессивных, снижению продуктивности и даже гибели линейного сорта. Как это произошло с высокоустойчивыми к бурой ржавчине сортами озимой пшеницы *Аврора* и *Кавказ* на третий год их выращивания. [5]

Отсутствие болезней на зерновых культурах за 50 лет отмечено один раз – в 2014 году. Только на одном образце ячменя обнаружено поражение спорыньей – *H-57* (к-3552) из Великобритании.

Восприимчивые к болезням пластичные сорта озимой пшеницы *Безостая 1* и *Мироновская 808* (яровая *Московская 35*) дают стабильно высокие урожаи более 40 лет. Пластичный сорт в зоне возделывания стабильную по годам урожайность формирует не за счет биологической устойчивости к стрессовым факторам, а благодаря выносливости (толерантность). [12]

При создании адаптивных сортов селекционер больше всего должен ориентироваться на признак толерантности, а не высокой устойчивости. Следует отметить, что в отношении вирусов, которые часто вызывают бессимптомное развитие болезней, требуются инструментальные методы оценки полевой устойчивости сортообразцов.

Во внимание следует взять такую стратегию борьбы с болезнями, которая допускала бы развитие патогена на культурных растениях без заметного снижения при этом урожайности и его качества. [8, 13]

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белошапкина, О.О. Динамика и патогенный состав корневых гнилей озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки дерново-подзолистой

- почвы / О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов // Известия РГАУ-МСХА, 2016. – № 3. – С. 47–60.
2. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов / Н.И. Вавилов // Доклады Всесоюзной конференции по борьбе с засухой. Л.: ВИР, бюл. № 2. – 1931. – С. 18–28.
3. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы / Н.И. Вавилов. – Л.: Сельхозгиз, 1935. – 246 с.
4. Вавилов, Н.И. Избранные труды в пяти томах. Том 4 / Н.И. Вавилов // Проблемы иммунитета культурных растений. – М.-Л.: Наука, 1964. – 518 с.
5. Воронкова, А.А. Генетико-иммунологические основы селекции пшеницы на устойчивость к ржавчине / А.А. Воронков. – М.: Колос, 1980. – 191 с.
6. Глинушкин, А.П. Состав патогенной микобиоты семенного материала пшеницы / А.П. Глинушкин, О.О. Белошапкина, Т.А. Акимов // Материалы III международного микологического форума «Современная микология в России». Москва, 14–15 апреля 2015. – М.: Нац. академикол. – Том 5. – С. 46–47.
7. Градчанинова, О.Д. Изучение коллекции пшеницы / О.Д. Градчанинова, А.А. Филатенко и др. // Методические указания. Л.: ВИР, 1985. – 26 с.
8. Дунин, М.С. Самозащита растений / М.С. Дунин // М.: Знание, 1963. – 48 с.
9. Дунин, М.С. Устойчивость пшеницы к ферментативно-микозному истощению зерна / М.С. Дунин, С.К. Темирбекова // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 4. – С. 28–39.
10. Дунин, М.С. Симптомы и диагностика энзимо-микозного истощения семян (ЭМИС) / М.С. Дунин, С.К. Темирбекова // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). Научные труды. / Россельхозакадемия, М.: 2011. – Т. IV. – С. 57–71.
11. Мережко, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. // Методические указания. СПб.: ВИР, 1999. – 81 с.
12. Молчан, И.М. Генетические особенности пластичного сорта и принципы адаптивной селекции / И.М. Молчан // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 3. – С. 10–15.
13. Массел, Х. Использование толерантности растений путем изменения их уязвимости / Х. Массел // Борьба с болезнями растений: Устойчивость и восприимчивость. М.: Колос, 1984. – С. 263–274.
14. Сандухадзе, Б.И. Зерно: учёные сделали свое дело – ход за правительством. [Электронный ресурс] / Б.И. Сандухадзе // Режим доступа: <https://regnum.ru/news/innovatio/1993437.html> – 12.05.2017 г.
15. Темирбекова, С.К. Диагностика и оценка устойчивости сортов зерновых культур к энзимо-микозному истощению семян (ЭМИС) / С.К. Темирбекова // Методические указания. – М.: Россельхозакадемия, 1996. – 116 с.
16. Темирбекова, С.К. О проблеме энзимо-микозного истощения семян («истекании» зерна) в растениеводстве / С.К. Темирбекова // Монография. – 2-е издание. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 306 с.
17. Темирбекова, С.К. Генетические ресурсы озимой мягкой пшеницы для использования в селекции / С.К. Темирбекова, Т.Д. Черемисова, О.П. Митрофанова, А.В. Максимова. – М.: ВСТИСП, – 2008. – 507 с.

18. Федорин, Ю.В. Почвы сельскохозяйственных угодий СССР: научное издание / Ю.В. Федорин, В.П. Сотников, Л.И. Егоренков. – М.: Колос, 1981. – 199 с.
 19. Холодный, Н.Г. Среди природы и лаборатории / Н.Г. Холодный. М.: 1949. – Вып. 1. – С. 138–145.
 20. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. – Л. – 1989. – 43 с.
- LIST OF SOURCES**
1. Beloshapkina, O.O. Dinamika i patogennyi sostav kornevykh gniley ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sposobov osnovnoy obrabotki dernovo-podzolistoy pochvy / O.O. Beloshapkina, T.A. Akimov // Izvestiya RGAU-MSKHA, 2016. – № 3. – С. 47–60.
 2. Vavilov, N.I. Mirovye resursy zasuhoustojchivyykh sortov / N.I. Vavilov // Doklady Vsesoyuznoy konferencii po bor'be s zasuhoy. L.: VIR, byul. № 2. – 1931. – С. 18–28.
 3. Vavilov, N.I. Nauchnye osnovy selekcii pshenicy / N.I. Vavilov. – L.: Sel'hozgiz, 1935. – 246 s.
 4. Vavilov, N.I. Izbrannye trudy v pyati tomah. Tom 4 / N.I. Vavilov // Problemy immuniteta kul'turnykh rasteniy. M.-L.: Nauka, 1964. – 518 s.
 5. Voronkova, A.A. Genetiko-immunologicheskie osnovy selekcii pshenicy na ustojchivost' k rzhavchine / A.A. Voronkova. – M.: Kolos, 1980. – 191 s.
 6. Glinushkin, A.P. Sostav patogennoy mikrobioty semennogo materiala pshenicy / A.P. Glinushkin, O.O. Beloshapkina, T.A. Akimov / Materialy III mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma «Sovremennay amikologiya v Rossii». Moskva, 14–15 aprelya 2015. – M.: Nac. akadmikol. – Tom 5. – С. 46–47.
 7. Gradchaninova, O.D. Izucheni ekollekcii pshenicy / O.D. Gradchaninova, A.A. Filatenko i dr. // Metodicheskie ukazaniya. L.: VIR, 1985. – 26 s.
 8. Dunin, M.S. Samozashchita rasteniy / M.S. Dunin // M.: Znanie, 1963. – 48 s.
 9. Dunin, M.S. Ustojchivost' pshenicy k fermentativno-mikoznomu istoshcheniyu zerna / M.S. Dunin, S.K. Temirbekova // Vestnik s.-h. nauki. – 1978. – № 4. – С. 28–39.
 10. Dunin, M.S. Simptomy i diagnostika enzimo-mikoznogo istoshcheniya semyan (EMIS) / M.S. Dunin, S.K. Temirbekova // Kul'turnyye rasteniya dlya ustoychivogo sel'skogo khozyaystva v XXI veke (immunitet, selektsiya, introduktsiya). Nauchnyye trudy. / Rossel'khozakademiya, M.: 2011. – T. IV. – С. 57–71.
 11. Merezhko, A.F. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, egilopsa i tritikale / A.F. Merezhko, R.A. Udachin, E.V. Zuev i dr. // Metodicheskie ukazaniya. SPb.:VIR, 1999. – 81 s.
 12. Molchan, I.M. Geneticheskie osobennosti plastichnogo sorta i principy adaptivnoy selekcii / I.M. Molchan // Selekcija i semenovodstvo. – 1993. – № 3. – С. 10–15.
 13. Massel, H. Ispol'zovanie tolerantnosti rasteniy putem izmeneniya ih uyazvimosti / H. Massel // Bor'ba s boleznyami rasteniy: Ustojchivost' i vospriimchivost'. M.: Kolos, 1984. – С. 263–274.
 14. Sanduhadze, B.I. Zerno: uchyonye sdelali svoyo delo – hod za pravitel'stvom. [Elektronnyy resurs] / B.I. Sanduhadze // Rezhim dostupa: <https://regnum.ru/news/innovatio/1993437.html> – 12.05.2017 g.
 15. Temirbekova, S.K. Diagnostika i ocenka ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur k enzimo-mikoznomu istoshcheniyu semyan (EMIS) / S.K. Temirbekova // Metodicheskie ukazaniya. M.: Rossel'khozakademiya, 1996. – 116 s.
 16. Temirbekova, S.K. O problem enzimo-mikoznogo istoshcheniya semyan («istekanii» zerna) v rastenievodstve / S.K. Temirbekova // Monografiya. – 2-oe izdanie. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 306 s.
 17. Temirbekova, S.K. Geneticheskie resursy ozimoy myagkoj pshenicy dlya ispol'zovaniya v selekcii / S.K. Temirbekova, T.D. Cheremisova, O.P. Mitrofanova, A.V. Maksimova. M.: VSTISP, 2008. – 507 s.
 18. Fedorin, Yu.V. Pochvy sel'skohozyaystvennykh ugodij SSSR: nauchnoe izdanie / Yu.V. Fedorin, V.P. Sotnikov, L.I. Egorenkov. M.: Kolos, 1981. – 199 s.
 19. Holodnyj, N.G. Sredi prirody i laboratorii. / N.G. Holodnyj. M.: 1949. – Вып. 1. – С. 138–145.
 20. Shirokij unificirovannyj klassifikator SEV roda *Triticum* L. – L. – 1989. – 43 s.