

О МОНОГРАФИИ «ЭНИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И СОРТ»*

Сулухан Кудайбердиевна Темирбекова, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
(автор предисловия монографии)

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Московская обл., Россия
E-mail: sul20@yandex.ru

Аннотация. 26 апреля 2024 года исполнилось 38 лет со дня аварии на Чернобыльской АЭС. В зараженной зоне (Новозыбковский район Брянской области) были заложены полевые опыты по изучению накопления радиоцезия в зерне у 42 сортов озимой ржи и 92 сортов озимой пшеницы. Всего с 1987 по 1993 год было изучено 1532 сортообразца 28 культур мирового генофонда. В проведении исследований были задействованы Московское отделение ВИР и многие другие научно-исследовательские учреждения. Результаты опытов показали, что мировой растительный генофонд располагает большим разнообразием форм по накоплению радионуклидов. Максимальное различие в условиях одного года и поля между культурами по накоплению цезия-137 в зерне может достигать 170 раз, а между сортами в пределах одной культуры – 9 раз. Изложенные в книге И.М. Молчан эниологические подходы, учитывающие информационно-энергетические взаимодействия на разных биологических уровнях, могут и должны применяться как в селекционной работе, так и при оценке мирового растительного генофонда.

Ключевые слова: эниология, экология, сорт, радионуклиды, цезий-137, генофонд, устойчивость

ABOUT THE MONOGRAPH “ENIOLOGY, ECOLOGY AND VARIETY”

S.K. Temirbekova, *Grand PhD in Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation*
(author of the monograph's preface)

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Russia
E-mail: sul20@yandex.ru

Abstract. April 26, 2024 marks 38 years since the accident at the Chernobyl nuclear power plant (1986). In the area of the Chernobyl nuclear power plant, Novozybkovsky district of the Bryansk region, field experiments were carried out to study the accumulation of radiocesium in grain in 42 varieties of winter rye and 92 varieties of winter wheat. In total, for the period from 1987 to 1993. In the contaminated zone of the Bryansk region, 1532 varieties were studied from 28 crops of the world gene pool. The Moscow branch of VIR, as the lead institution, and many other research institutions were involved in the research. The results of studies in the contaminated zone of the Chernobyl nuclear power plant showed that the world plant gene pool has a wide variety of forms for the accumulation of radionuclides. The maximum difference (under the conditions of one year and field) between crops in the accumulation of cesium-137 in grain can reach 170 times, and between varieties within the same crop – 9 times. The entological approaches presented in the book, which take into account information and energy interactions at different biological levels, can and should be taken into account both in breeding work and in assessing the global plant gene pool.

Keywords: eniology, ecology, variety, radionuclides, cesium-137, gene pool, stability

26 апреля 2024 года исполнилось 38 лет со дня аварии на Чернобыльской АЭС. По масштабам своих последствий и длительности воздействия на биосферу Организация Объединенных Наций назвала ее самой крупной экологической катастрофой за всю мировую историю. Тысячи людей приняли участие в ликвидации последствий катастрофы и бывшее Московское отделение Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова, имевшее в своем составе отдел радиационной генетики и радиобиологии, не могло оставаться в стороне от этой работы.

В 1987 году заведующий отделом радиационной генетики и радиобиологии МОБИР, доктор биологических наук И.М. Молчан был командирован в г. Чернобыль и осуществил сбор колосьев озимой пшеницы сортов *Мироновская 808*, *Киянка* и *Полеская 70*, образовавшихся в результате самосева осыпавшихся зерен урожая 1986 года, в колхозах «За-

веты Ильича» (с. Корогод) и «Дружба» (с. Залесье), 10...15 км от Чернобыльской АЭС.

В этом же году в зоне отчуждения агропромышленного производства, на самом загрязненном поле колхоза «Комсомолец» (д. Бабаки) Новозыбковского района Брянской области (плотность загрязнения цезием-137 – 65,5 кюри/км²) были заложены полевые опыты по изучению накопления радиоцезия в зерне у 42 сортов озимой ржи и 92 сортов озимой пшеницы. Всего с 1987 по 1993 год было изучено 1532 сортообразца 28 культур мирового генофонда.

Выполнение такого объема исследований оказалось возможным в результате включения в работу практически всех подразделений МОБИР, сотрудники которых принимали участие не только в подготовке посевного материала, но и посевах, уходе и уборке урожая на загрязненной территории. При остром дефиците малогабаритной сельскохозяйственной техники руководство

* Посвящается светлой памяти доктора биологических наук, заведующего отделом радиационной генетики и радиобиологии бывшего Московского отделения ВИР имени Н.И. Вавилова, ликвидатору последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, автору монографии «Эниология, экология и сорт» Игорю Моисеевичу Молчан. / Dedicated to the blessed memory of Doctor of Biological Sciences, head of the department of radiation genetics and radiobiology of the former Moscow branch of the VIR named after N.I. Vavilov, liquidator of the consequences of the disaster at the Chernobyl nuclear power plant, author of the monograph “Eniology, ecology and variety” Igor Moiseevich Molchan.

МОВИР (директор А.Д. Човжик) вынуждено было организовывать по несколько раз в год ее доставку на загрязненную территорию.

В работе (подготовка семян и доставка их в МОВИР, определение радионуклидов, анализ и обсуждение полученных данных) также приняли участие многие научно-исследовательские учреждения: ВНИПТИ химизации сельского хозяйства, ВНИИ сельскохозяйственной радиологии, Новозыбковская радиологическая лаборатория, ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны, ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, ВНИИ кормов, Московская и Белорусская сельскохозяйственные академии. Украинский и Белорусский НИИ земледелия, Каменец-Подольский СХИ, Гомельская сельскохозяйственная опытная станция и другие. Без их участия проведение этой работы в таком объеме было бы невозможно. Помощь оказывалась чаще всего на безвозмездной основе.

Исследования в загрязненной зоне Чернобыльской АЭС показали, что мировой растительный генофонд располагает большим разнообразием форм по накоплению радионуклидов. Максимальное различие (в условиях одного года и поля) между культурами по накоплению цезия-137 в зерне может достигать 170 раз, сортами в пределах одной культуры – 9 раз.

На основании анализа результатов и литературных данных, впервые обозначены генетико-физиологические системы признаков, обеспечивающие получение экологически безопасной продукции в зоне радиоактивного загрязнения и разработаны принципы создания модели техногеннотолерантного сорта. Оказалось, что селекция на минимальное накопление загрязнителей в товарной части урожая органически связана с селекцией на комплексную неспецифическую полевую толерантность к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды. Вот почему среди сортообразцов со слабым накоплением радиоцезия чаще встречаются пластичные сорта. Общераспространенное представление о только повреждающем и беспороговом действии радиации нуждается в уточнении. Малые дозы ионизирующих излучений (природный радиоактивный фон, биологическое поле) – основа происхождения, воспроизведения и эволюции жизни, энергоинформационных взаимодействий, единства и целостности биологических систем, становления и развития энологии, волновой генетики и так далее.

Системный подход к организму предполагает поиск не отдельных выдающихся признаков (доноры), а комплекса корреляционно связанных и взаимодействующих между собой, который Н.И. Вавилов называл эволюционным признаком, а Е.Н. Синская – растительной конституцией. [2]

Ориентация на максимальную степень выраженности одного признака, как правило, ухудшает другие, что заканчивается неудачей в селекции. Например, односторонняя селекция на высокую урожайность обусловила создание сортов с высокой потенциальной продуктивностью, но повысила нестабильность урожайности. [6] Использование рекомендованных в качестве доноров ультраморозостойких форм озимой пшеницы не решило проблемы зимостойкости культуры. [7] С помощью засухоустойчивых инорайонных сортов не удалось повысить и этот признак у новых сортов яровой пшеницы. Применение в качестве до-

нора короткостебельной озимой пшеницы не привело к созданию неполегающих сортов. [13] Широко разрекламированный как источник очень высокого содержания лизина у ячменя *Хайнропи*, не дал ожидаемых селекционных результатов.

Заключение о значимости гармонии распространяется и на взаимодействие организмов в системе биоценоза. Создание в процессе селекции высокоустойчивых к болезням сортов способствует возникновению и отбору еще более агрессивных рас патогена и нередко гибели посевов таких линейных сортов в производстве, которые не вписываются в окружающий их биоценоз. Дикорастущие растения почти всегда поражены паразитами. Цель получения непоражаемых растений поставлена человеком. Не устойчивость, а толерантность в системе биоценоза – важнейшее естественно-природное направление исследований в селекции и защите растений.

Необходимость гармоничного информационно-энергетического взаимодействия сорта и окружающей его среды распространяется также на био-геоэкологический и биосферно-космический уровни. Ориентация селекции на создание и использование в производстве агрохимически эффективных сортов, дающих хорошие урожаи только при высоких дозах минеральных удобрений в условиях интенсивных технологий, ведет не только к деградации органического вещества почвы, но и ее загрязнению. Так селекция как наука объективно способствует приближению экологического кризиса.

Биосферно-космические принципы селекции, которые рассматриваются в книге И.М. Молчан, предполагают создание сортов не агрохимически, а космически эффективных, выявляя образцы максимально использующие энергию не столько почвы и Солнца (фотосинтез), но и других планет (космосинтез). С автотрофностью (по представлению В.И. Вернадского) связано будущее человечества, а значит и селекции. Почва загрязнена гербицидами, пестицидами, тяжелыми металлами, ретардантами, радионуклидами. Автотрофные сорта могут обеспечить экологическую чистоту сельскохозяйственной продукции.

Материалы книги прошли апробацию при выступлениях автора на различных научных конференциях, а также страницах периодических научных изданий и учебных пособий. Книга будет полезна энологам, экологам, генетикам, селекционерам, семеноводам и специалистам, занимающимся разработкой и использованием экологически безопасных технологий на загрязненных территориях. Она может заинтересовать также и массового читателя, если он будет обращать особое внимание на стихи и выдержки из некоторых других литературных источников (их в книге около трехсот), относящихся к различным разделам науки. В гармоничной, естественно-природной рифме зашифровать ложь невозможно. [10]

Кратко приводим из монографии наши исследования энзимо-микозного истощения семян зерновых культур в загрязненной зоне ЧАЭС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В загрязненной зоне Брянской области в 1988–1992 годах было изучено 215 сортообразцов озимой пшеницы, в том числе в 1988 – 77, 1989 – 38, 1990 – 55 и 1992 году – 45 образцов. По происхождению сорта были представлены различными регионами нашей

страны и мира: Московская, Ивановская, Ростовская, Воронежская области, Краснодарский, Алтайский, Красноярский, Приморский края, Украина, Беларусь, Польша, Германия, Финляндия, Швеция и другие. Условия вегетации в 1989 и 1990 годах складывались благоприятно для роста и развития озимой пшеницы (см. таблицу). Исследования по энзимомикозному источению семян проводили оригинальными методами. [14]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значительную роль в поступлении радиоцезия в зерно пшеницы играют агрометеорологические факторы года. Различия по активности цезия-137 в зерне пшеницы между максимальным (1988 год) и минимальным (1990 год) значениями (нКи/кг) у сорта *Колос 80* — 3,4 раза, *Донская безостая* — 4,9, *Мироновская 808* — 5,4, *Курганская 52* — 7,3, *Янтарная 50* — 8,2 раза.

Наши и данные других исследователей свидетельствуют о том, что межсортовые различия уровней радионуклидного загрязнения зерна пшеницы в условиях одного года примерно равны различиям в накоплении радиоцезия урожаем одного сорта в разные годы. [1]

Расчет коэффициента корреляции между активностью радиоцезия и урожайностью зерна в разные годы (1988–1990 и 1992) выявил обратную зависимость между показателями ($R = -0,80...-0,26$). При уменьшении урожайности зерна в засушливые годы увеличивается концентрация радионуклида в товарной части урожая. Изучение зависимости между активностью цезия-137 и урожайностью различных сортов в пределах одного года не выявило определенной закономерности; коэффициенты корреляции в 1988, 1989, 1990 и 1992 годах составили соответственно 0,16, -0,31, 0,01, -0,43.

При изучении связи между активностью цезия-137 в зерне и температурой воздуха обнаружили прямую корреляционную зависимость.

Коэффициенты корреляции между содержанием радиоцезия в зерне и среднемесячной температурой воздуха за вегетационный период (май-август) в 1988–1992 годах изменялись в зависимости от сорта — 0,49...0,86. Наиболее высокие значения коэффициен-

тов корреляции (0,71...0,99) выявлены в июле, когда происходит формирование и налив зерна пшеницы. Это значит, что повышенные температуры в июле 1988 года (22,7°C) и 1992 (21,2°C), по сравнению с 1989 (19,6°C) и 1990 годом (17,9°C), способствовали возрастанию уровня радиоцезия.

Значимость периода формирования зерна пшеницы на поступление цезия-137 выявлена и в отношении осадков. Малое их количество в июле 1988 года (29,7 мм) и 1992 (36,5 мм), по сравнению с 1989 (64,0 мм) и 1990 годом (97,8 мм), приводило к увеличению радиоцезия в зерне. Для этого, важнейшего при формировании урожая, периода выявлена обратная корреляционная зависимость между активностью цезия-137 в зерне и суммой атмосферных осадков ($R = -0,79...-0,98$).

Между содержанием радиоцезия в зерне пшеницы и суммой атмосферных осадков за май-август не найдено такой однозначной зависимости, как в июле. Коэффициенты корреляции между этими показателями за вегетацию колебались у разных сортов от 0,34 до 1,00. Таким образом, при изучении взаимосвязи суммы осадков за вегетационный период и накопления радиоцезия в зерне, если не учитывать сорта, в отношении пшеницы можно сделать противоположные выводы о наличии прямой (сорт *Заря*) или обратной (*Одесская 51*) корреляции. Приведенные данные, как и выводы других исследователей свидетельствуют о том, что при изучении влияния основных агрометеорологических факторов на поступление радиоцезия в растения важно учитывать температуру и осадки не только за весь период вегетации, но и на отдельных этапах онтогенеза. [11]

Повышение накопления радиоцезия при снижении урожайности пшеницы в засушливых условиях — метаболическая реакция ослабленных растений на антропогенные воздействия. [12]

При водном дефиците, прежде всего, подавляются ростовые процессы, нарушается белковый обмен, усиливается активность протеолитических ферментов, что приводит к резкому снижению обменных процессов в зерновке, ее щуплости и недобору урожая. При недостатке влаги отмечается усиление поглощения из почвы и накопления в растениях как калия, так и цезия, более быстрое засыхание листьев, сопровождающееся моби-

Гидротермические условия вегетационного периода в годы проведения исследований

Месяц	Среднемноголетнее значение	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Температура, °C							
Март	-2,2	0,8	4,1	5,2	-0,5	2,9	-0,1
Апрель	6,4	8,0	9,9	9,4	8,7	6,8	8,1
Май	14,5	16,2	15,8	14,0	13,2	14,4	17,0
Июнь	17,8	19,1	20,8	16,6	19,5	19,4	16,2
Июль	19,3	22,7	19,6	17,9	20,9	21,2	17,7
Август	18,2	18,0	19,7	18,1	19,2	22,7	16,9
Сентябрь	12,9	13,5	14,4	11,0ц	13,9	13,2	10,4
Осадки, мм							
Март	29,4	57,5	44,9	33,6	8,9	38,8	29,6
Апрель	38,5	12,6	35,8	83,8	17,6	16,9	54,8
Май	49,6	56,2	68,5	71,0	106,3	27,6	42,1
Июнь	67,3	155,0	96,4	131,9	89,0	81,9	96,3
Июль	80,1	29,7	60,0	97,8	37,7	36,3	160,2
Август	70,1	118,9	43,6	23,6	41,9	15,6	36,8
Сентябрь	52,1	60,6	27,6	103,5	35,5	42,0	111,2

лизацией и оттоком питательных веществ в зерно, а также возрастание уборочного индекса. [9]

Неблагоприятные условия засухи способствуют возрастанию накопления радиоцезия в растениях и зерне пшеницы.

На основании приведенных данных, можно сделать вывод о том, что засухоустойчивость — необходимая предпосылка для реализации потенциальных возможностей генотипа сорта по накоплению радионуклидов в растениеводческой продукции. У засухоустойчивых сортов во влажные и засушливые годы отмечается неоднозначность реализации генетической информации вследствие переопределения генетической формулы изучаемого количественного признака. [4] Этот механизм — одна из причин несоответствия рангов сортов по накоплению радионуклидов в разные годы. Например, засухоустойчивый сорт *Гама* (Польша) в благоприятные для возделывания озимой пшеницы 1989 и 1990 годы содержал в зерне небольшое количество радиоцезия, 0,44 и 0,2 нКи/кг соответственно и был в числе лидеров группы сортов с минимальным накоплением радионуклида (ранги № 4 и № 1 соответственно). В неблагоприятные 1988 и 1992 годы в условиях уменьшения урожайности у сорта *Гама* количество радиоцезия увеличилось до 2,15 и 2,40 нКи/кг соответственно, и он оказался уже в группе сортов со средним (1988 год — ранг № 29) и даже максимальным (1992 — № 42,5) накоплением радионуклида.

Признак «активность радиоцезия» в зерне только в благоприятных для развития пшеницы условиях будет детерминироваться генами устойчивости к радиоцезию, при засухе — генами засухоустойчивости. [4] Засухоустойчивый сорт *Донская безостая* в течение всех четырех лет изучения находился в группе сортов с минимальным накоплением радионуклида. По низкой активности радиоцезия выделились также сорта *Одесская 95*, *Залив*, *Ростовчанка* и *Одесская 51*, которые отличает и повышенная засухоустойчивость.

Особенности засухоустойчивых сортов озимой пшеницы со слабым накоплением радиоцезия в зерне: относительно высокая концентрация в листьях калия, способствующая дискриминации радионуклида перед его химическим аналогом при реутилизации веществ из вегетативной массы в зерно; глубокопроникающая корневая система, обеспечивающая поступление в растение веществ из менее загрязненных радионуклидами нижних слоев почвы; более высокая эффективность использования усвоенных элементов питания при образовании органического вещества, помогающая разбавлению поглощенного из почвы радиоцезия в большой массе растения. Агрохимически эффективные сорта выделяются также и по экологической пластичности. [8, 15]

Сорта с минимальным накоплением радиоцезия (*Донская безостая*, *Ростовчанка*, *Одесская 51*) отличаются не только стабильно высокой урожайностью по годам, но и качеством зерна, которое в значительной степени зависит от их устойчивости к сложному патологическому комплексу ЭМИС (энзимо-микозное истощение семян), ведущему к снижению стекловидности и выполненности зерна, образованию микротрещин его оболочек, прорастанию на корню и интоксикации. [5, 14]

Гидротермические условия 1988 года в загрязненной зоне из-за высокой температуры и обилия осадков в период формирования генеративных органов и на-

чальных этапов в развитии зерновки оказались благоприятными для ЭМИС. Последующие засушливые условия усугубили его действие. По слабому накоплению в зерне радиоцезия выделились устойчивые к ЭМИС сорта *Ibis* с высокой амилограммой, *Одесская 51*, *Донская безостая*, *Ростовчанка*. [5, 14] Неустойчивый к ЭМИС (по данным МОВИР) сорт *Hildur* в 1988 году оказался лидером по накоплению радиоцезия в зерне среди изучаемых сортов пшеницы. Слабая устойчивость сорта к ЭМИС, связанная с увеличением времени активного метаболизма (из-за отсутствия у зерна периода физиологического покоя и его прорастания на корню) и потерей сухого вещества, ведет к повышению концентрации радиоцезия в зерне.

В группе сортов (*Sv. 01751*, *Sv. 01744*, *Helge*, *Hildur*, *Voeguian*, *Урожайная*) с максимальными значениями радиоцезия преобладали образцы из Красноярского и Приморского краев, Беларуси, Нидерландов, Швеции и Норвегии, с минимальными — из Ростовской области, Украины, Германии, Франции и Чехословакии.

Сорта с высоким накоплением радиоцезия отличаются продолжительным периодом вегетации, большими высотой растений, числом колосков и зерен в колосе, но меньшей массой 1000 зерен. Сорта со слабым накоплением радиоцезия характеризуются более коротким вегетационным периодом, засухоустойчивостью, пластичностью, крупностью зерна, устойчивостью к ЭМИС.

В условиях радиоактивного загрязнения актуальна проблема сочетанного действия различных химических загрязнителей. [16]

Изучение связи накопления в растениях радионуклидов с другими поллютантами — задача предстоящих исследований. Однако отдельные данные, полученные в разных экспериментах, указывают на возможность такой связи. В частности, позднеспелость снижает устойчивость не только к радиоцезию, но и опасному тяжелому металлу кадмию. [3]

Засухоустойчивость понижает уровень цезия-137 и алюминия. Среди крупнозерных пшениц значительно чаще встречаются сорта с минимальным накоплением радиоцезия и комплексом других показателей высокого качества зерна.

Выводы. Таким образом, биосферно-космические принципы селекции, которые рассматриваются в монографии предполагают создание сортов эффективных не агрохимически, а космически, при этом выявляя образцы, максимально использующие энергию не только почвы и солнца, но и других планет в процессе космосинтеза или автотрофности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарь П.Ф., Лоцилов Н.А., Терешенко Н.Р. и др. Накопление цезия-137 в урожае с.-х. культур на дерново-подзолистой супесчаной почве Полесья Украины // Агрехимия. 1994. № 5. С. 74–79.
2. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы хлебных злаков // Пшеница. М. Л., 1940. 123 с.
3. Гамзикова О.И., Барсукова В.С., Коваль С.Ф. Использование изогенных линий для изучения устойчивости мягкой пшеницы к кадмию и никелю // Генетическая коллекция растений. 1993. № 1. С. 116–131.
4. Драгавцев В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству. СПб.: ВИР, 1994. 50 с.

5. Дунин М.С., Темирбекова С.К. Устойчивость пшеницы к ферментативномикозному истощению зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1978. № 4. С. 28–39.
6. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Пушино: ОНТИ, 1994. 148 с.
7. Калинин И.Г. Селекция озимой пшеницы. М.: Аграрная наука, 1995. 220 с.
8. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 415 с.
9. Лукин В.Д., Мокроусова Г.И. Использование калиевой и кальциевой моделей для предварительного отбора генотипов плодовых культур по признаку накопления радионуклидов в плодах // Всесоюзная конференция «Проблемы ликвидации последствий аварии на ЧЭАС в агрономическом производстве – 5 лет спустя». Обнинск, Т. 1. С. 63–64.
10. Молчан И.М. Эниология, экология и сорт. М.: Россельхозакадемия, 2007. 579 с.
11. Рерих Л.А., Моисеев И.Т. Влияние основных агрометеорологических факторов на поступление радиоцезия в растения // Агрехимия. 1989. № 10. С. 96.
12. Садыков О.Ф. Прикладные аспекты теоретического наследия С.С. Шварца // Развитие идей С.С. Шварца в современной экологии. М.: Наука, 1991. С. 143–213.
13. Сандухадзе Б.И. Методы и результаты селекции озимой пшеницы в Центральном районе Нечерноземной зоны Российской Федерации. Немчиновка: РАСХН, 1993. 52 с.
14. Темирбекова С.К. О проблеме энзимо-микозного истощения семян («истекания» зерна) в растениеводстве. М.: РАСХН. 1998. 306 с.
15. Ткачук Е.С., Моргунов В.В., Савченко Н.П. и др. Генетическая специфичность усвоения натрия, калия и кальция растениями озимой пшеницы // Физиология и биохимия культурных растений. 1992. Т. 24. № 24. С. 348–353.
16. Тухтаев Т.М., Упорова Ц.И., Сорокина С.А. и др. Характер изменения показателей периферической крови при сочетанном действии облучения и пестицида при условии эксперимента // Экспериментальные исследования гигиенических аспектов комбинированного и сочетанного действия физических и химических факторов. М., 1987. С. 121–123.
3. Gamzikova O.I., Barsukova V.S., Koval' S.F. Ispol'zovanie izogennykh linij dlya izucheniya ustojchivosti myagkoj pshenicy k kadmiyu i nikelyu // Geneticheskaya kollekcija rastenij. 1993. № 1. S. 116–131.
4. Dragavcev V.A. Algoritmy ekologo-geneticheskoy inventarizacii genofonda i metody konstruirovaniya sortov sel'skohozyajstvennykh rastenij po urozhajnosti, ustojchivosti i kachestvu. SPb.: VIR, 1994. 50 s.
5. Dunin M.S., Temirbekova S.K. Ustojchivost' pshenicy k fermentativnomikoznomu istoshcheniyu zerna // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1978. № 4. S. 28–39.
6. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoj intensifikacii sel'skogo hozyajstva. Pushchino: ONTI, 1994. 148 s.
7. Kalinenko I.G. Selekcija ozimoy pshenicy. M.: Agrarnaya nauka, 1995. 220 s.
8. Klimashevskij E.L. Geneticheskij aspekt mineral'nogo pitaniya rastenij. M.: Agropromizdat, 1991. 415 s.
9. Lukin V.D., Mokrousova G.I. Ispol'zovanie kalievoj i kal'cievoj modelej dlya predvaritel'nogo otbora genotipov plodovykh kul'tur po priznaku nakopleniya radionuklidov v plodakh // Vsesoyuznaya konferenciya «Problemy likvidacii posledstvij avarii na CHEAS v agronomicheskom proizvodstve – 5 let spustya». Obninsk, T. 1. S. 63–64.
10. Molchan I.M. Eniologiya, ekologiya i sort. M.: Rossel'hozakademiya, 2007. 579 s.
11. Rerih L.A., Moiseev I.T. Vliyanie osnovnykh agrometeorologicheskikh faktorov na postuplenie radioceziya v rasteniya // Agrohimiya. 1989. № 10. S. 96.
12. Sadykov O.F. Prikladnye aspekty teoreticheskogo naslediya S.S. SHvarca // Razvitie idej S.S. Shvarca v sovremennoj ekologii. M.: Nauka, 1991. S. 143–213.
13. Sanduhadze B.I. Metody i rezul'taty selekcii ozimoy pshenicy v Central'nom rajone Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii. Nemchinovka: RASKHN, 1993. 52 s.
14. Temirbekova S.K. O probleme enzimo-mikoznogo istoshcheniya semyan («istekaniya» zerna) v rastenievodstve. M.: RASKHN. 1998. 306 s.
15. Tkachuk E.S., Morgunov V.V., Savchenko N.P. i dr. Geneticheskaya specifichnost' usvoeniya natriya, kaliya i kal'ciya rasteniyami ozimoy pshenicy // Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rastenij. 1992. T. 24. № 24. S. 348–353.
16. Tuhtaev T.M., Uporova C.I., Sorokina S.A. i dr. Harakter izmeneniya pokazatelej perifericheskoy krovi pri sochetannom dejstvii oblucheniya i pesticida pri uslovii eksperimenta // Ekspperimental'nye issledovaniya gigienicheskikh aspektov kombinirovannogo i sochetannogo dejstviya fizicheskikh i himicheskikh faktorov. M., 1987. S. 121–123.

REFERENCES

1. Bondar' P.F., Loshchilov N.A., Tereshchenko N.R. i dr. Nakoplenie ceziya-137 v urozhae s.-h. kul'tur na dernovo-podzolistoj supeschanoj pochve Poles'ya Ukrainy // Agrohimiya. 1994. № 5. S. 74–79.
2. Vavilov N.I. Miroye resursy hlebnykh zlakov // Pshenica. M. L., 1940. 123 s.

Поступила в редакцию 21.02.2024
Принята к публикации 06.03.2024