

УДК 631.442 : 631.559

DOI: 10.18522/2308-9709-2026-56-4

Влияние типа и гранулометрического состава почв на урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, возделываемых в различные по степени увлажнения вегетационные периоды, 1981–2025 гг. (по данным лизиметрических исследований)

The influence of soil type and particle size distribution on the yield of individual agricultural crops cultivated during vegetation periods with varying degrees of moisture (based on lysimetric research data), 1981–2025.

Пироговская Галина Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник

Halina Pirahouskava, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher.

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, ул. Казинца, 90, 220108, Республика Беларусь

RUE "The Institute for Soil Science and Agrochemistry", 220108, Kazintsa 90, Minsk, Belarus

Контактная информация*: г. Минск, ул. Казинца, 90, 220108, Республика Беларусь, 8017 248-48-15, e-mail: brissa_pir@mail.ru.

АННОТАЦИЯ

В статье представлены данные за 1981–2025 гг. лизиметрических исследований по влиянию типа и гранулометрического состава наиболее распространенных почв Беларуси на урожайность отдельных сельскохозяйственных культур (картофель, ячмень, кукуруза, гречиха, просо), возделываемых в различные по степени увлажнения вегетационные периоды и на качество продукции.

Показано изменение урожайности на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава и торфяных низинных и качественных показателей сельскохозяйственных культур одного и того же сорта в различные по степени увлажнения вегетационные периоды (за 5–9 месяцы).

Табл. 5. Библиогр. 13.

ABSTRACT

The article presents data from lysimetric studies conducted between 1981 and 2025 on the influence of soil type and granulometric composition of the most common soils in Belarus on the yield and quality of individual agricultural crops (potato, barley, maize, buckwheat, millet) cultivated during vegetation periods with varying degrees of moisture.

The study demonstrates changes in the yield and qualitative indicators of agricultural crops of the same variety across vegetation periods differing in moisture levels (for the period from May to September).

5 tables, 13 references.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дерново-подзолистые разного гранулометрического состава и торфяные низинные почвы; урожайность; качество продукции.

KEYWORDS: sod-podzolic soils of different granulometric composition and lowland peat soils; crop yield; product quality.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

Известно, что максимальные урожаи отдельных сельскохозяйственных культур нельзя получать, не учитывая тип и гранулометрический состав почвы, на которой они возделываются, а также погодные условия в период их вегетации, оказывающие непосредственное влияние на урожайность и качество продукции. Зачастую пашня воспринимается как пространственное однородное тело, которые должно получать одинаковые дозы удобрений без учета типа и гранулометрического состава почв, запасов элементов питания в почвах (Ряскова и Зайцева, 2022).

При организации зональной системы земледелия необходимо исходить из почвенно-экологических и климатических условий региона, состава почв и конкретного хозяйства, необходимо учитывать материальные, энергетические и трудовые затраты на возделывание сельскохозяйственных культур (Гусаков и др., 2025).

В Республике Беларусь в 2025 г. общая посевная площадь сельскохозяйственных культур составляла 5785,8 тыс. га, из них на долю сельскохозяйственных организаций приходилось 92,5% от общей посевной площади, крестьянских (фермерских) хозяйств – 3,6%, хозяйств населения –

3,9%. Структура посевных площадей в хозяйствах всех категорий составляла: зерновые и зернобобовые – 41,6%, картофель – 43,4%, овощи – 11,0%, культуры технические – 1,6% и культуры кормовые – 2,4%. Намолочено всего зерна – 9,1 млн. тонн, средняя урожайность по республике – 38,2 ц/га. При этом валовой сбор рапса в хозяйствах всех категорий составил 910,3 тыс. тонн, со средней урожайностью – 20,9 ц/га, картофеля – 3 млн. тонн, с урожайностью – 219 ц/га, сахарной свеклы – 5,9 млн. тонн, при средней урожайности – 538 ц/га, льноволокна – 58,3 тыс. тонн, овощей – 2,7 млн. тонн, при средней урожайности – 289 ц/га (пресс-реализ «О производстве продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь за 2025 год»).

Производство сельскохозяйственной продукции на душу населения в Беларуси соответствовало уровню развитых стран и по многим позициям превышало показатели, достигнутые в странах СНГ. Белорусский производственный сектор обеспечивал не только внутренние потребности населения в продуктах питания, но и являлся одним из основных источников получения валютной выручки. Например, уровень самообеспеченности республики в 2023 году составлял по картофелю – 110,8%, овощам и бахчевым культурам – 103,2%, яйцам – 123,2%, молоку – 283,0% и мясу – 134,9%. Посевные площади основных сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий в 2023 году составляли (при общей посевной площади 5756 тыс. га): зерновые и зернобобовые 2345 тыс. га, картофель – 163, овощи 91, лен – 46, сахарная свекла – 103, культуры кормовые – 2586 тыс. га. Наиболее урожайными культурами являлись: сахарная свекла, картофель и овощи. На долю сельскохозяйственных организаций приходилось 97,3% республиканского объема производства скота и птицы (в живом весе), молока – 97,9%, яиц – 86,8%, зерна – 95%, рапса – 95,1%, сахарной свеклы – 97,8%, картофеля – 10,8% и овощей – 5,7% (80% картофеля и 70% овощей поставляется на рынок хозяйствами населения), (Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2025).

Целью исследований являлось – установление по данным лизиметрических исследований за 1981–2025 гг. влияния типа и гранулометрического состава почв и погодных условий (атмосферных осадков и ГТК вегетационного периода) на урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Беларуси на наиболее распространенных почвах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лизиметрическом центре РУП «Институт почвоведения и агрохимии», расположенном в южной части г. Минска (53°51'03'' N., 27°30'26'' E). Введен центр в эксплуатацию с 1981 года и функционирует по настоящее время, включает 48 насыпных лизиметров цилиндрической формы из сборных железобетонных колец. Глубина почвенного профиля 1,0 м (24 лизиметра) и 1,5 м (24 лизиметра). Колодцы лизиметров имеют внутренний диаметр 2,0 м, площадь 3,14 м². Наиболее распространенные почвы Республики Беларусь для закладки лизиметров отобраны в 1980 г. и указаны в приведенных таблицах в следующем разделе статьи. В опытах в 1981–2025 гг. возделывались приведенные ниже сельскохозяйственные культуры в типичных севооборотах для республики.

– 1-ый севооборот (1981–1985 гг.) – картофель (1981 г.) – ячмень (1982 г.) – травы (клевер + люпин), (1983 г.) – овес, (1984 г.) – озимая рожь на зеленую массу (з/м), (1985 г.);

– 2-ой севооборот (1986–1990 гг.) – кормовые корнеплоды (1986 г.) – овес + редька масличная на зеленую массу (1987 г.) – картофель (1988 г.) – ячмень (1989 г.) – картофель (1990 г.);

– 3-ий севооборот (1991–1995 гг.) – ячмень (1991 г.) – пелюшко-овсяная смесь на з/м (1992 г.) – сахарная свекла (1993 г.) – ячмень (1994 г.) – овес (1995 г.);

– 4-ый севооборот (1996–2000 гг.) – кукуруза (1996 г.) – ячмень (1997 г.) – пелюшко-овсяная смесь (1998 г.) – озимая рожь (1999 г.) – овес (2000 г.);

– 5-ый севооборот (2001–2005 гг.) – пелюшко-овсяная смесь (2001 г.) – гречиха (2002 г.) – картофель (2003 г.) – просо (2004 г.) – овес+ промежуточная культура – горчица белая (2005 г.);

– 6-ой севооборот (2006–2010 гг.) – люпин (2006 г.) – гречиха (2007 г.) – картофель (2008 г.) – просо (2009 г.) – овес + промежуточная культура – горчица белая (2010 г.);

– 7-ой севооборот (2011–2015 гг.) – люпин (2011 г.) – кукуруза (2012 г.) – картофель (2013 г.) – ячмень (2014 г.) – овес голозерный (2015 г.).

– 8-ой севооборот (2016–2020 гг.) – рапс яровой (2016 г.) – картофель (2017 г.) – пшеница яровая (2018 г.) – гречиха (2019 г.) – ячмень (2020 г.).

– 9-ой севооборот (2021–2025 гг.) – картофель (2021 г.) – кукуруза (2022 г.) – пшеница яровая (2023 г.) – горох усатый (2024 г.) – кукуруза (2025 г.).

Для оценки установления влияние типа и гранулометрического состава почв и климатических факторов на урожайность и качество отдельных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Беларуси в типичных севооборотах на протяжении 45 лет (1981–2025 гг.) подобраны культуры, которые возделывались в годы с различными погодными условиями, при одинаковом уровне применения минеральных удобрений на всех почвах под культуру (под картофель применяли в 1989 г. – $N_{90}P_{50}K_{120}$ и в остальные годы – $N_{90}P_{68}K_{135}$; под ячмень – $N_{70-80}P_{40-60}K_{90-110}$; под кукурузу – $N_{90+30}P_{70-85}K_{120}$; под гречиху – $N_{60}P_{45}K_{75}$ и просо – $N_{60}P_{40}K_{90}$).

Гидротермический коэффициент за 5–9 месяцы рассчитывался по М.А. Гольбергу. Согласно М.А. Гольбергу, если ГТК больше 1,6, то год считается влажным, от 1,6 до 1,3 – оптимальным, от 1,3 до 1,0 – слабозасушливым, от 1,0 до 0,7 – засушливым, от 0,7 до 0,40 – очень засушливым, от 0,40 до 0,20 – сухой, от 0,20 и меньше – очень сухой (Гольдберг М.А. и др., 1988).

Определяли следующие качественные показатели: на картофеле – содержание крахмала, нитратов, товарность; на ячмене – в зерне, содержание азота, протеина, фосфора, калия, кальция и магния и массу 1000 зерен, в соломе ячменя – содержание элементов питания; в зеленой массе кукурузы – содержание элементов питания и протеина; в зерне крупяных культур – содержание элементов питания и аминокислотный состав. Показатели качества основной и побочной продукции определяли общепринятыми методами.

Остановимся на тех культурах (одинаковых сортах или гибридах), которые возделывались в лизиметрических исследованиях, в годы с различными погодными условиями.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В годы исследований возделывался картофель Адретта (1981 г. – осадки за 5–9 месяцы 308,0 мм и ГТК = 1,27, 1988 г. – осадки 376,0 мм и ГТК = 1,53, 1990 г. – осадки 363,0 мм и ГТК = 1,69); Криница (2003 г. – осадки 263,5 мм и ГТК = 1,06 и 2008 г. – осадки 398,3 мм и ГТК = 1,68); Скарб (2013

г. – осадки 271,5 мм и ГТК = 1,05); Лель (2017 г. – осадки 345,1 мм и ГТК = 1,31) и Бриз (2021 г. – осадки 358,8 мм и ГТК = 1,47), при среднемноголетнем за 1991–2020 гг. – осадки 365,1 мм и ГТК = 1,53.

Влияние погодных условий в период вегетации картофеля оценивали на среднераннем сорте Адретта, который возделывался в различные вегетационные периоды: слабозасушливом (1981 г.), оптимальном (1988 г.) и влажном (1990 г.) и среднеспелом сорте Криница (возделывался в слабозасушливом и влажном вегетационном периоде).

Максимальная урожайность клубней Адретта получена, почти на всех почвах в 1988 г. (оптимальном по степени увлажнения вегетационном периоде за 5–9 месяцы). Только на дерново-подзолистой песчаной, торфяной низинной и дерново-палево-подзолистой суглинистой (агрозем, лизиметры 33 и 34) почвах получена самая высокая урожайность клубней картофеля во влажном вегетационном периоде 1990 г., (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность картофеля в различные по степени увлажнения вегетационные периоды на наиболее распространенных дерново-подзолистых и торфяной низинной почвах Республики Беларусь, (лизиметрический опыт № 1, г. Минск, 1981–2025 гг.)

Почвы	Урожайность, ц/га							
	1981	1988	1990	2003	2008	2013	2017	2021
	Адретта			Криница		Скарб	Лель	Бриз
ГТК за 5=9 месяцы	1,27	1,53	1,69	1,06	1,84	1,05	1,31	1,47
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз. 1,2	310	473	358	432	614	495	503	395
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз. 33, 34	329	409	415	495	687	526	533	528
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз. 11,12	308	363	339	544	672	519	499	452
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз. 3, 4	253	423	357	458	533	470	419	365
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз. 5, 6	309	422	357	489	537	427	463	380
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз. 7, 8	342	393	333	465	587	546	481	443
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	312	323	294	371	526	491	456	380
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз. 13-16	274	298	399	369	455	413	383	266

9. Торфяная низинная, среднemocная, развивающаяся на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	265	330	390	419	483	487	385	403
<i>В среднем по всем почвам</i>	300	382	360	449	566	486	458	401
НСР ₀₅	30,3	42,0	36,7	47,2	61,7	50,1	46,7	40,5

Аналогичная закономерность прослеживалась и на среднеспелом белорусском столовом сорте картофеля Криница. Однако, в слабозасушливом вегетационном периоде 2003 г., урожайность клубней Криница снижалась, в зависимости от типа и гранулометрического состава почв, в 1,10–1,42 раза по сравнению с влажным 2008 годом.

К сожалению, в последние годы в лизиметрическом опыте возделывались разные по продуктивности и группам спелости сорта картофеля (Скарб (2013 г.) и Лель (2017 г.) – среднеспелые сорта) и Бриз (2021 г. – раннеспелый). Получены одногодичные данные, не позволяющие сделать выводы относительно их возделывания в различные по степени увлажнения периоды на дерново-подзолистых и торфяной низинной почвах.

Качество клубней картофеля оценивалось на среднеспелом сорте Криница который возделывался в условиях слабозасушливого и влажного вегетационных периодов, (табл. 2).

Таблица 2

Качество клубней картофеля Криница в различные по степени увлажнения вегетационные периоды, 2003 и 2008 гг.

Название почвы	Содержание крахмала, %	Содержание нитратов, мг/кг сырого вещества	Процент (%) крупных клубней
Картофель Криница, 2003 г. – слабозасушливый вегетационный период			
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз. 1,2	18,5	102,0	50,1
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз. 33, 34	19,5	56,3	47,2
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз. 11,12	19,8	31,9	50,1
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз. 3, 4	17,8	77,7	49,8
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз. 5, 6	17,1	59,6	41,6
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной	18,2	84,0	46,2

супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз. 7, 8			
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	18,1	51,4	46,5
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз. 13-16	18,0	64,8	23,4
9. Торфяная низинная, среднеспособная, развивающаяся на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	15,0	80,2	65,7
НСР ₀₅	1,22	6,89	4,68
Картофель Криница, 2008 г. – влажный вегетационный период			
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз. 1,2	15,5	128,5	65,2
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз. 33, 34	14,7	130,0	73,8
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз. 11,12	15,0	145,5	70,2
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз. 3, 4	14,7	98,9	60,2
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз. 5, 6	15,1	140,0	64,5
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз. 7, 8	14,7	146,5	65,8
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	14,3	198,0	58,3
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз. 13-16	13,5	141,5	65,8
9. Торфяная низинная, среднеспособная, развивающаяся на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	12,8	266,5	71,9
НСР ₀₅	0,98	15,81	6,55

Установлено, что содержание крахмала, при возделывании картофеля в слабозасушливых условиях вегетационного периода было выше в 1,13–1,33 раза, в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв, на торфяной низинной почве – в 1,17 раза по сравнению с содержанием крахмала в клубнях в условиях влажного вегетационного периода.

Содержание нитратов, наоборот, было более высоким (в 1,27–4,56 раза) на всех почвах при влажном вегетационном периоде по сравнению с клубнями картофеля, полученных в условиях слабозасушливого периода, (табл. 2).

Процент крупных клубней также был более высоким в условиях влажного вегетационного периода на дерново-подзолистых почвах в 1,21 раза (легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком) – 2,81 раза (песчаная), в торфяной низинной – в 1,09 раза (табл. 2).

В лизиметрических исследованиях возделывался ячмень яровой: «Зазерский-85» (1982 г. – осадки за 5–9 месяцы 376,5 мм, ГТК = 1,66; 1989 г. – осадки 320,0 мм, ГТК = 1,34; 1991 – осадки 265,5 мм, ГТК = 1,13; 1994 – осадки 273,5 мм, ГТК = 1,15); Гонар (1997 г. – осадки 281,8 мм, ГТК = 1,21 и 2014 г. – осадки 463,8 мм, ГТК = 1,88) и Мустанг (2020 г. – осадки 279,9 мм, ГТК = 1,11). Все – среднеспелые сорта белорусской селекции.

Ячмень – ценная продовольственная и кормовая культура. Зерно его широко используют для приготовления круп (ячневой и перловой), ячменного кофе, а также в хлебопекарной, кондитерской, фармацевтической, лакокрасочной, текстильной и кожевенной промышленности. Яровой ячмень используют как фуражную культуру для откорма животных (свиней, лошадей). Среди сельскохозяйственных культур ячмень занимает четвертое место в мире после пшеницы, риса, кукурузы. Яровые зерновые культуры (ячмень, овес, тритикале яровое) в Республике Беларусь в последние годы возделываются на больших площадях: например, в 2023 г. ячмень на площади 280,9 тыс. га, овес – 155,0, тритикале – 442,4 тыс. га, а картофель, преимущественно, в фермерских хозяйствах (Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2023).

В таблице 3 приведены данные по урожайности ячменя в годы исследований. Самая высокая урожайность ячменя сорта «Зазерский-85» была получена при возделывании его в оптимальный вегетационный период (1989 г., ГТК = 1,34) и находилась в пределах от 41,6 ц/га на дерново-

подзолистой песчаной почве до 61,3 ц/га на агроземе, легкосуглинистом высокоокультуренном и 48,8 ц/га - на торфяной низинной.

При слабозасушливых погодных условиях (ГТК=1,15, 1994 г.) урожайность ячменя сорта «Зазерский-85» снижалась на дерново-подзолистых почвах, в зависимости от гранулометрического состава почв, в 1,09–1,64 раза, на торфяной низинной почве – в 2,07 раза. Аналогичная закономерность, т.е. снижение урожайности, наблюдалась и во влажный вегетационный период (ГТК= 1,66, 1982 г.): от 1,09 до 2,57 раза, в зависимости от типа и гранулометрического состава почв, (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность ячменя в различные по степени увлажнения вегетационные периоды на наиболее распространенных дерново-подзолистых и торфяной почвах Республики Беларусь, (лизиметрический опыт № 1, г. Минск, 1981–2025 гг.)

Почвы	Урожайность, ц/га					
	1982	1989	1994	1997	2014	2020
	Зазерский-85			Гонар		Мустанг
ГТК за 5=9 месяцы	1,66	1,34	1,15	1,21	1,88	1,11
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке, лиз. 1,2	47,6	58,4	49,8	32,9	48,6	37,4
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз. 33, 34	49,7	61,3	56,4	36,8	51,3	40,6
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз. 11,12	45,4	57,4	50,9	35,2	50,8	41,1
4. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4	43,5	47,9	35,7	30,3	37,4	30,6
5. Дерново-подзолистая суглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6	44,1	48,0	32,9	30,4	36,1	32,8
6. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8	51,9	54,5	33,3	26,7	41,1	36,8
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10	33,2	44,4	31,4	26,7	38,9	34,3
8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз.13-16	28,8	41,6	24,6	17,8	27,7	20,3

9. Торфяная низинная, среднemocная, развивающаяся на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	19,0	48,8	23,6	11,9	30,8	29,3
<i>В среднем по всем почвам</i>	40,4	51,4	37,6	27,6	40,3	33,7
НСР ₀₅	4,12	5,39	3,84	2,63	3,71	3,44

Что касается ячменя сорта «Гонар», то его урожайность во влажных вегетационных условиях (ГТК = 1,88, 2014 г.) находилась на уровне от 27,7 ц/га на песчаной почве до 51,3 на агроземе легкосуглинистом, на торфяной низинной – 30,8 ц/га. Она была выше, чем в слабозасушливый вегетационный период (1997 г.), как на почвах дерново-подзолистых (в 1,19–1,56 раза в зависимости от гранулометрического состава почв), так и на торфяной низинной почве (в 2,59 раза).

Урожайность зерна ячменя «Мустанг» (одногодичные данные) на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах составляла от 30,6 до 41,1 ц/га, супесчаных – от 34,3 до 36,8 ц/га, песчаной – 20,3 ц/га, торфяной низинной – 29,3 ц/га (табл. 3).

Содержание протеина в зерне ярового ячменя «Гонар» во влажный вегетационный период (2014 г.) было в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах от 9,38 до 9,94%, легкосуглинистых подстилаемых моренными суглинками и песками – 7,88 и 7,34%, связносупесчаных, подстилаемых моренными суглинками – 9,50%, рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками – 8,13%, песчаных – 8,13% и торфяных низинных – 11,09%. Соответственно эти показатели в соломе ячменя составляли 3,34–3,94%, 4,34–3,31%, 4,25–4,66%, песчаных – 3,22% и торфяных низинных – 4,41%.

Масса 1000 зерен ячменя, в зависимости от почв, на которых он возделывался, была в пределах от 49,3 до 56,6 грамм. В слабозасушливый вегетационный период эти показатели были незначительно выше.

Влияние погодных условий на урожайность зеленой массы и зерна кукурузы рассмотрим на среднеспелом простом гибриде Коринт, внесенном в «Государственный реестр сортов» в 2018 г., заявитель ИООО «Рапуль Бел», предназначен для возделывания на зерно и силос. В настоящее время кукурузе принадлежит одна из главнейших ролей в кормопроизводстве Республики Беларусь, около половины заготовки травяных кормов в зимне-весенний период отводится ей. Это высокоурожайная зерновая и кормовая культура. В настоящее время в Госреестре Республики Беларусь насчитывается 78 гибридов кукурузы, в том числе 3 белорусских (Белиз, Полесский 212 СВ и Полесский 195 СВ) (Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных на территории Республики Беларусь, 2023).

Кукуруза возделывалась в лизиметрических опытах разных гибридов «Немо 216» (1996 г. – осадки за 5–9 месяцы 304,5 мм, ГТК = 1,32), Дельфин (2012 г. – осадки 275,3 мм, ГТК = 1,08), Коринт (2022 г. – осадки 241,0 мм, ГТК = 1,01 и 2025 г. – осадки 376,2 мм, ГТК = 1,61).

Приводим сравнительные данные по урожайности зеленой массы и зерна кукурузы на среднеспелом гибриде «Коринт», полученные в лизиметрических опытах в последние годы (2022 и 2025 гг.) в различные по степени увлажнения вегетационные периоды – слабозасушливый и влажный (при ГТК = 1,01 и ГТК = 1,61). Урожайность как зеленой массы, так и зерна кукурузы, при возделывании ее во влажный вегетационный период была выше (2025 г.) по всем почвам, по сравнению со слабозасушливым периодом (2022 г.). Следует отметить, что при одних и тех же дозах внесения минеральных удобрений урожайность зеленой массы и зерна кукурузы самая низкая на дерново-подзолистых песчаных почвах (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность зеленой массы и зерна кукурузы Коринт в различные по степени увлажнения вегетационные периоды на наиболее распространенных дерново-подзолистых и торфяной почвах Республики Беларусь, (лизиметрический опыт № 1, г. Минск, 2022 и 2025 гг.)

Почвы	Урожайность, ц/га			
	2022	2025	2022	2025
	Коринт		Коринт	
	зеленая масса		зерно	
ГТК за 5=9 месяцы	1,01	1,61	1,01	1,61
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая на мощном лессовидном легком суглинке, лиз.1,2	781	832	135	144
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз.33, 34	821	853	163	169
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м), лиз.11,12	748	791	165	174
4. Дерново-подзолистая суглинистая на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4	728	800	107	118
5. Дерново-подзолистая суглинистая на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6	471	579	141	173

6. Дерново-подзолистая супесчаная на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8	640	696	123	134
7. Дерново-подзолистая супесчаная на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз. 9, 10	500	554	130	144
8. Дерново-подзолистая песчаная на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз.13-16	355	472	81	108
9. Торфяная низинная среднemocная на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	506	965	92	175
<i>В среднем по всем почвам</i>	617	727	126	149
НСР ₀₅	67,2	81,2	15,6	17,1

Данные по структуре урожая приводим только по зеленой массе кукурузы. Выявлено, что наиболее высокие показатели (вес стеблей, листьев и початков) характерны для дерново-подзолистых легкосуглинистых почв по сравнению с рыхлосупесчаными и песчаными почвами. Вес початков на торфяной низинной почве составил 9,04 кг/лиз, при величине этого показателя на дерново-подзолистой высококультуренной легкосуглинистой (9,88 кг/лиз.), на дерново-подзолистой песчаной – 4,16 кг/лиз.

Качество зеленой массы кукурузы оценивалось по содержанию общего азота, протеина, калия и других элементов питания (фосфора, кальция и магния). Содержание общего азота в зеленой массе кукурузы (в среднем за два года), в зависимости от почв, на которых возделывалась эта культура, находилось в пределах от 1,213 (песчаная) до 2,276% (торфяная низинная), протеина, соответственно, 7,58 и 14,23%, фосфора – от 0,709 (торфяная низинная) до 0,899% (почвообразующая порода, лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), калия – от 1,358 (песчаная) до 1,771 (почвообразующая порода), Са – от 0,469% (торфяная) до 0,531 (почвообразующая порода), Mg – от 0,322 (торфяная) до 0,587% (почвообразующая порода).

В последние годы в структуре посевных площадей отмечается увеличение посевов гречихи и проса. По данным статистического отчета за 2023 г. возделываемые площади под гречихой составляли 15,6 тыс. га, проса – 10,0 тыс. га. В будущем планируется, в целях обеспечения внутреннего рынка республики отечественными продуктами, площадь гречихи увеличить до 31,7 тыс. га, проса (на зерно) – примерно на той же площади (9,3 тыс. га).

Возделывание крупяных культур в Республике Беларусь перспективно по многим причинам. Гречиха – это ценная диетическая культура, богатая легкоусвояемыми белками и углеводами, является теплолюбивой и влаголюбивой культурой, хорошим фитосанитаром (снижает засоренность полей и является хорошим предшественником для последующих культур). Возделывается в разнообразных почвенно-климатических условиях, может расти на различных почвах: как на дерново-подзолистых песчаных, так и суглинистых. Наиболее пригодными почвами для ее возделывания являются хорошо аэрируемые и быстро прогреваемые супесчаные и легкосуглинистые, где возможно получение урожаев более 20 ц/га (Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси).

Просо – продовольственная культура, содержащая от 10 до 14% белка, примерно столько же, как у кукурузной и манной круп. Состав белка и других качественных показателей зерна проса (содержание жира 2–4%) делают его незаменимым в производстве детского питания. В пшене проса отечественных сортов содержится в среднем 12% белка и 69% углеводов. Белок проса богат лейцином, треонином и метионином. Известно, что на почвах связного гранулометрического состава отмечено более высокое содержание белка в зерне проса по сравнению с рыхлосупесчаными почвами (Корнилов, 1957; Лысов, 1975; Анохина, Цыбульский, 2007; Лапа, Ломонос, 2007; Кравцов и др., 1999).

В силу своих физиологических особенностей просо достаточно устойчиво к стрессовым погодным ситуациям, при наступлении благоприятных условий возобновляет вегетацию и накапливает значительную биомассу. Отмечено, что при смещении сроков сева с оптимальных на более поздние просо формирует урожайность зерна на 6–14% выше по сравнению с другими яровыми культурами (Кравцов и др., 1999; Анохина, Цыбульский, 2007; Лапа, Ломонос, 2007).

В то же время в литературных источниках отсутствуют данные по влиянию агротехнических приемов на качество крупяных культур в различные по влагообеспеченности годы.

В лизиметрических опытах гречиха возделывалась на почвах разного гранулометрического состава: Смуглянка – в 2002 г. (осадки за 5–9 месяцы – 180,5 мм, ГТК = 0,68) и 2007 г. (осадки – 278,8 мм, ГТК = 1,07) и Купава – в 2019 г. (осадки – 261,6 мм, ГТК = 1,07). Просо Галинка возделывалось в 2004 г. (осадки – 338,1 мм, ГТК = 1,47) и в 2009 г. (осадки – 446,5 мм, ГТК = 1,84), (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность зерна крупяных культур в различные по степени увлажнения вегетационные периоды на наиболее распространенных дерново-подзолистых и торфяной почвах Республики Беларусь, (лизиметрический опыт № 1, г. Минск, 1981–2025 гг.)

Почвы	Урожайность зерна, ц/га				
	2002	2007	2019	2004	2009
	гречиха		просо		
	Смуглянка	Купава	Галинка		
ГТК за 5–9 месяцы	0,68	1,07	1,07	1,47	1,84
1. Дерново-палево-подзолистая суглинистая на мощном лессовидном легком суглинке, лиз.1,2	17,2	20,8	24,2	35,0	30,3
2. Дерново-палево-подзолистая суглинистая на мощном лессовидном легком суглинке (агрозем), лиз.33, 34	15,6	24,6	27,2	38,2	29,5
3. Почвообразующая порода (лессовидный суглинок с глубины 1,5-3,0 м), лиз.11,12	15,4	22,6	27,0	32,1	27,8
4. Дерново-подзолистая суглинистая на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,75 м моренным суглинком, лиз.3, 4	9,0	15,8	26,8	37,9	27,2
5. Дерново-подзолистая суглинистая на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с 0,5 м рыхлым песком, лиз.5, 6	8,6	17,6	21,1	29,6	25,5
6. Дерново-подзолистая супесчаная на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, лиз.7, 8	12,0	23,9	27,0	41,2	31,1
7. Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком, лиз.9, 10	9,1	18,2	19,1	33,6	20,3

8. Дерново-подзолистая песчаная, развивающаяся на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,25 м рыхлым песком, лиз.13-16	6,9	18,8	19,7	28,1	20,6
9. Торфяная низинная, среднemocная на древесно-осоковом торфе, лиз. 23-24	5,8	20,5	30,0	16,3	6,7
<i>В среднем по всем почвам</i>	11,1	20,3	24,7	32,4	24,3
НСР ₀₅	1,05	2,54	2,59	3,57	2,51

Установлено, что урожайность гречихи Смуглянка в слабозасушливом вегетационном периоде (2007 г.) была выше в 1,21–3,53 раза, в зависимости от почв, по сравнению с очень засушливым годом (2002 г.). При этом в 2002 г. максимальное уменьшение урожайности зерна отмечалось на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками и песчаных почвах (в 2,00–2,72 раза) и торфяной низинной почве (в 3,53 раза) (табл. 5). Урожайность зерна гречихи Купава, возделываемой в слабозасушливом вегетационном периоде 2019 г. была выше Смуглянки на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах, однако на песчаных почвах была близкой к Смуглянке. Этот сорт гречихи предназначен для легкосуглинистых и связносупесчаных почв.

Просо Галинка возделывалось в оптимальный и влажный вегетационные периоды. Урожайность зерна проса была выше в оптимальные по степени увлажнения годы (в пределах от 28,1 (дерново-подзолистая песчаная почва) до 38,2 (дерново-подзолистая легкосуглинистая – агрозем) ц/га. Очень низкая урожайность зерна проса получена в 2004 г. (16,3 ц/га) на торфяной низинной почве. В условиях влажного вегетационного периода урожайность зерна проса на этой почве снизилась до 6,7 ц/га, т.е. в 2,43 раза. На дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава урожайность зерна проса в условиях влажного вегетационного периода была на уровне от 20,6 (песчаная) ц/га до 30,3 (легкосуглинистая) ц/га, уменьшилась в 1,15–1,66 раза по сравнению с оптимальным по степени увлажнения годом. (табл. 5).

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что урожайность проса в значительной степени зависит от погодных условий, типа и гранулометрического состава почв.

Качество урожая зерна крупяных культур определялось по содержанию протеина в зерне и соломе, а также по аминокислотному составу зерна. Установлено, что в очень засушливый 2002 год содержание протеина

в зерне и соломе гречихи Смуглянка было значительно ниже, чем в слабозасушливый 2007 год.

Содержание протеина в зерне гречихи было в пределах от 2,81% (легкосуглинистая, подстилаемая рыхлым песком) до 5,88% (почвообразующая порода – лессовидный суглинок с глубины 1,5–3,0 м), на песчаной почве – 4,13%, на торфяной низинной – 3,31%. В соломе гречихи эти показатели следующие: от 1,09% (легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком до 2,41% (легкосуглинистая – агрозем), на песчаной почве – 1,73%, на торфяной низинной – 1,21%. Все эти показатели были значительно выше как в зерне, так и соломе гречихи, при ее возделывании в слабозасушливых погодных условиях (2007 г.).

По нашим данным гречиха в Беларуси более отзывчива на внесение комплексных бесхлорных удобрений. Приводим данные по аминокислотному составу в годы проведения лизиметрических исследований на одной, наиболее пригодной для этой культуры дерново-подзолистой связносупесчаной, подстилаемой моренными суглинками, почве (Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси).

Установлено, что как погодные условия, так и формы минеральных удобрений влияют на содержание и суммарное количество незаменимых и критических аминокислот.

Незаменимые аминокислоты – это те вещества, которые не могут синтезироваться организмом самостоятельно и не заменяются никакими другими веществами. Практически единственным их источником являются продукты питания, которые мы употребляем ежедневно. В число незаменимых аминокислот входят лейцин, изолейцин, лизин, метионин, фенилаланин, валин, треонин и триптофан, и гистидин (условно незаменимая кислота). В случае нехватки этих аминокислот организм потребляет их из мышечных тканей, что негативно отражается на состоянии мышц.

Критические аминокислоты – необходимы для полноценного функционирования всего организма. Это метионин, лизин, треонин и триптофан.

Есть еще и заменимые аминокислоты – синтезируются организмом в процессе метаболизма, извлекаясь в достаточном количестве из других органических веществ. К заменимым аминокислотам относятся аргинин, аланин, глютамин, глицин, тирозин, пролин, аспарагин, серин и цистеин.

Все аминокислоты имеют важное значение для организма человека, поэтому нельзя отдавать предпочтение какому-либо одному из видов.

В экстремально очень засушливом вегетационном периоде 2002 года количество всех без исключения незаменимых и критических аминокислот в зерне гречихи было ниже, по сравнению с более благоприятным слабозасушливым 2007 г. при использовании как хлорсодержащих, так и бесхлорных комплексных удобрений. Так, при применении комплексных (хлорсодержащих) удобрений содержание лизина составляло 30,9 мг/г белка в 2002 г. и 33,2 мг/г белка в 2007 г., треонина – 40,5 и 41,2, метионина – 19,6 и 21,2, валина – 45,1 и 48,3, изолейцина – 33,4 и 35,2, лейцина – 60,0 и 63,0, фенилаланина – 41,1 и 46,7 мг/г белка, соответственно. Сумма критических аминокислот (лизин, метионин, треонин) в 2002 г. составляла 91,0 и всех незаменимых кислот – 270,7 мг/г белка, в 2007 г. – 95,6 и 288,8 мг/г белка. В очень засушливом году больше всего из критических аминокислот снижалось содержание метионина – на 8,2% и лизина – на 7,4%, треонина – только на 1,7%, по сравнению со слабозасушливым годом (2007 г.). Снижалось также содержание других незаменимых аминокислот: фенилаланина – на 13,3%, валина – на 7,1%, изолейцина – на 5,4% и лейцина – на 5,0%.

Аналогичная закономерность по содержанию общего количества незаменимых и критических аминокислот наблюдалась и при внесении комплексных бесхлорных удобрений. Отличие состоит в том, что в 2002 г. уменьшалось в большей степени в составе критических аминокислот содержание лизина – на 36,1%, далее метионина – на 25,4% и треонина – на 5,4%. В составе незаменимых аминокислот (фенилаланин, изолейцин, лейцин и валин) содержание изменялось незначительно (от 0,2% валин до 1,6% изолейцин).

Содержание незаменимых и критических аминокислот определяли и в зерне проса, при его возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, подстилаемой рыхлыми песками почве при внесении стандартных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, калий хлористый) в дозе $N_{60}P_{40}K_{90}$. Выявлено, что в оптимальный по степени увлажнения вегетационный период (2004 г.) по сравнению с влажным (2009 г.) содержание незаменимых и критических аминокислот в зерне проса Галинка выше.

Сумма критических аминокислот в 2004 г. составляла 10,32 мг/г белка, в том числе: лизина – 3,18 мг/г белка, метионина – 2,61, треонина – 4,53 мг/г белка. Сумма незаменимых кислот была на уровне 40,53, в 2009 г. – 34,38 мг/г белка. Во влажном 2009 г. больше всего из критических аминокислот снижалось содержание треонина – на 31,8%, лизина – на 28,3%, далее изолейцина – на 20,2%, по сравнению с оптимальным по степени увлажнения вегетационным периодом. Снижалось также содержание других незаменимых аминокислот: изолейцина – на 20,2%, валина – на 16,4%, и лейцина – на 13,8%.

Содержание протеина в зерне проса Галинка в годы исследований на всех почвах незначительно различалось и находилось в пределах от 11,4 до 12,3%.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании среднераннего картофеля Адретта на дерново-подзолистых легкосуглинистых и связносупесчаных, подстилаемых моренными суглинками или песками, почвах максимальная урожайность получена в оптимальные по степени увлажнения вегетационные периоды (5–9 месяцы), при снижении урожайности в слабозасушливые и влажные периоды, преимущественно, на рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками и песчаных почвах.
2. При возделывании среднеспелого картофеля Криница урожайность выше во влажные вегетационные периоды как на дерново-подзолистых разного гранулометрического состава, так и торфяной низинной почвах.
3. Содержание крахмала в клубнях среднераннего и среднеспелого картофеля выше в слабозасушливые вегетационные периоды, а содержание нитратов и процент крупных клубней – выше во влажные вегетационные периоды.
4. Среднеспелые сорта яровых зерновых культур, в частности, ячмень, при возделывании их на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава и торфяных низинных значительно снижают урожайность в слабозасушливые и очень засушливые вегетационные периоды, а более высокие урожайности с хорошим качеством продукции наблюдались в оптимальные и влажные периоды (ГТК до 1,90).

5. При возделывании среднеспелых гибридов кукурузы на зеленую массу и зерно на дерново-подзолистых и торфяных низинных почвах урожайность как зеленой массы, так и зерна кукурузы выше во влажные вегетационные периоды по всем почвам, по сравнению со слабозасушливым периодом. Даже при одних и тех же дозах внесения минеральных удобрений максимальное снижение урожайности и элементов питания отмечалось на почвах легкого гранулометрического состава и торфяных низинных.

6. По крупным культурам (гречиха и просо) оптимальные урожайности и качество продукции (по содержанию протеина в зерне и соломе и аминокислотному составу зерна) получены в слабозасушливые и оптимальные вегетационные периоды как на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава, так и на торфяных низинных почвах. Возделывание этих культур в очень засушливые и влажные периоды приводит к снижению этих показателей.

7. При одних и тех же дозах внесения минеральных удобрений и одинаковых погодных условиях самая низкая урожайность всех возделываемых сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых песчаных, далее рыхлосупесчаных, подстилаемых рыхлыми песками почвах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ряскова О.М., Зайцева Г.А. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от почвенно-климатических условий и уровня плодородия различных типов почв // Наука и Образование. 2022. Т. 5, № 2. С. 1-7.

2. Научные системы организации и ведения агропромышленного производства: в 2 ч. / под науч. ред. В. Г. Гусакова. Минск: Беларус. навука, 2025. Ч. 2. 483 с.

3. Пресс-релиз «О производстве продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий в Республике Беларусь за 2025 год» // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaystvo/godovye-dannye/press-reliz-o-proizvodstve-produktsii-rastenievodstva-v-khozyaystvakh-vsekh-kategoriy-v-rb/?special_version=Y (дата обращения: 29.05.2026).

4. Сельское хозяйство Республики Беларусь, [2020–2024]: стат. буклет. Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2025. 35 с.
5. Гольберг М.А., Волобуев Г.В., Фалей А.А. Опасные явления погоды и урожай. Минск: Ураджай, 1988. 120 с.
6. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2023. – Белстат, 2023. стат. буклет. Минск: Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2023. 31 с.
7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики. Минск: Журнал «Белорусское сельское хозяйство», 2023. 801 с.
8. Корнилов А.А. Просо: биология, селекция, семеноводство, агротехника. М.: Сельхозгиз, 1957. 255 с.
9. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов. 2-е изд., доп. и перераб. Минск: ИВЦ Минфина, 2007. 447 с. Есть издание 2017 г.
10. Лысов В.Н. Просо—*Panicum L.* // Культурная флора СССР. Л., 1975. Т. 3. С. 119–236.
11. Анохина Т.А., Цыбульский В.П. Урожайность и питательная ценность зерна и соломы яровых зерновых культур в зависимости от сроков сева // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. Минск, 2007. Вып. 43. С. 132–141.
12. Лапа В.В., Ломонос М.М. Влияние минеральных удобрений на качество зерна проса при возделывании на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. 2007. № 1 (38). С. 106–112.
13. Кравцов В.А., Евдокименко З.И., Кравцов С.В. Просо – культура урожайная // Рекомендации по внедрению законченных научно-исследовательских разработок в сельскохозяйственное производство области. Гомель, 1999. С. 3–5.

References

- Ryaskova O.M., Zaitseva G.A. Dependence of crop yield on soil and climatic conditions and the fertility level of various soil types // Science and Education. 2022. Vol. 5, no. 2. P. 1-7.

- Scientific systems for the organization and management of agro-industrial production: in 2 parts / ed. by V. G. Gusakov. Minsk: Belarusian Science, 2025. Part 2. 483 p.
- Press release «On the production of crop products in farms of all categories in the Republic of Belarus for 2025» // National Statistical Committee of the Republic of Belarus. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaystvo/godovye-dannye/press-reliz-o-proizvodstve-produktsii-rasteniievodstva-v-khozyaystvakh-vsekh-kategoriy-v-rb/?special_version=Y (accessed: 29.05.2026).
- Agriculture of the Republic of Belarus, [2020–2024]: statistical booklet. Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2025. 35 p.
- Goldberg M.A., Volobuev G.V., Faley A.A. Dangerous weather phenomena and the harvest. Minsk: Uradzhay, 1988. 120 p.
- Agriculture of the Republic of Belarus, [2018–2022]: statistical booklet. Minsk: National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2023. 35 p.
- State register of plant protection products and fertilizers authorized for use on the territory of the Republic of Belarus. Minsk: Journal «Belarusian Agriculture», 2023. 801 p.
- Kornilov A.A. Millet: biology, breeding, seed production, farming techniques. Moscow: Selkhozgiz, 1957. 255 p.
- Modern resource-saving technologies for crop production in Belarus: collection of scientific materials. 2nd ed., rev. and suppl. Minsk: IVC Ministry of Finance, 2007. 447 p.
- Lysov V.N. Millet – Panicum L. // Cultivated flora of the USSR. Leningrad, 1975. Vol. 3, pp. 119–236.
- Anokhina T.A., Tsybulsky V.P. Yield and nutritional value of grain and straw of spring cereal crops depending on sowing dates // Agriculture and Breeding in Belarus: collection of scientific papers, Minsk, 2007, iss. 43, pp. 132–141.
- Lapa V.V., Lomonos M.M. The influence of mineral fertilizers on millet grain quality when cultivated on sod-podzolic loose sandy loam soil // *Soil Science and Agrochemistry*. 2007, no. 1 (38), pp. 106–112.

- Kravtsov V.A., Evdokimenko Z.I., Kravtsov S.V. Millet is a high-yielding crop // Recommendations for the implementation of completed scientific research in agricultural production of the region (Gomel). Gomel, 1999, pp. 3–5.

Статья поступила в редакцию 10 июня 2026 г.

Поступила после доработки 24 июня 2026 г.

Принята к печати 28 июня 2026 г.

Received 10, June, 2026

Revised 24, June, 2026

Accepted 28, June, 2026