

# 1. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 631.45

doi 10.47612/0130-8475-2022-2(69)-7-16

## ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ И ДИНАМИКИ УРОЖАЙНОСТИ ПРОСА НА ЗЕРНО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. В. Матыченкова, Т. Н. Азарёнок, Д. В. Матыченков,  
С. В. Дыдышко, С. В. Шульгина

*Институт почвоведения и агрохимии,  
г. Минск, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Просо – древнейшая сельскохозяйственная культура. Возделывать её начали за 2–3 тыс. лет до н. э. Согласно Н. И. Вавилову, просо обыкновенное происходит из Восточной и Центральной Азии. В Европу, вероятно, проникло с кочевыми народами из Азии. В раскопках под Минском обнаружены зерна, датируемые VI–VII вв. н. э. Это культура с высокой засухоустойчивостью универсального использования, дает продовольственное зерно, зернофураж, зеленую массу с высоким кормовым качеством. Просо используется как источник получения ценного продукта – пшена (просяной крупы), которое обладает хорошими вкусовыми качествами и высокими пищевыми достоинствами, содержит 12–14,7 % белка и практически все незаменимые аминокислоты. По содержанию жира (3,5%) уступает только овсяной крупе и кукурузе. В не переработанном виде просо широко используется как высокоценный концентрированный корм [1]. В настоящее время лидером по производству проса в мире является Индия, производящая около 10,7 млн т зерна проса в год. Внимание к просу как культуре продовольственного и кормового назначения объясняется в том числе и сравнительной дешевизной его производства. Для покрытия потребности Беларуси в зерне проса, его необходимо возделывать на площади 12–15 тыс. га. В условиях республики возможно получение урожайности зерна 20–60 ц/га. 2021 г. в сельскохозяйственных организациях было собрано 14 тыс. т зерна проса, при средней урожайности по республике – 17,1 ц/га, посевная площадь составила 8,3 тыс. га [2].

Положительным качеством проса является большая по сравнению с другими зерновыми культурами устойчивость к болезням и вредителям. По содержанию фосфора, микроэлементов и витаминов превосходит луговые травы и кукурузу [3]. Просо имеет растянутый период сроков сева: от начала мая при возделывании на зерно до конца второй декады июля для получения зеленой массы. Может выступать как страховочная культура для пересева погибших и/или уплотнения изреженных посевов зерновых и кормовых культур. Это теплолюбивая культура,

не требовательна к предшественнику, однако не любит возделывания в монокультуре и после яровых зерновых [1].

Также изменения климата, произошедшие на территории республики за последние 30 лет, в том числе участвовавшие засухи в летний период, перераспределение количества и интенсивности осадков в холодный период способствуют использованию в сельскохозяйственном производстве засухоустойчивые культуры, которые обеспечивают высокую продуктивность, способны хорошо отрастать после скашивания, толерантны к сроку сева. В рамках реализации Стратегии адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата в 2020–2025 гг. исследования продуктивности проса в различных почвенно-экологических условиях республики являются весьма актуальными.

## **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Объектом исследований явились пахотные земли Республики Беларусь и данные об урожайности проса (на зерно). Обобщение данных о посевных площадях проса по областям и районам проведено за период 2017–2021 гг. Математическая обработка данных урожайности проса по районам республики проведена за период 2019–2021 гг. по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [4].

Использованы агрометеорологические данные за период 2015–2021 гг. по 48 метеостанциям, экстраполированные на все административные районы республики.

Для статистической обработки использованы методы корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова [5] с использованием Microsoft Excel.

Коэффициент устойчивости получения урожая рассчитывался по методу С. А. Сулова, И. В. Громовой. [6].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Просо относится к теплолюбивым растениям. Семена начинают прорастать при температуре 8–10 °С, жизнеспособные и равномерные всходы появляются при 12–15 °С через —7 дней. Биологически оптимальная температура, при которой достигается наиболее энергичное прорастание семян, составляет 20–30 °С. Сумма активных температур за весь период вегетации равна 1800–2300 °С [7].

В республике в Государственном реестре сортов по состоянию на 01.01.2022 г. зарегистрировано 10 сортов проса, предназначенных для возделывания на зерно и зеленую массу, и два (Днепровское и Довское) – только на зеленую массу. По срокам созревания все относятся к среднеспелым сортам, вегетационный период которых составляет от 47 дней на зеленую массу и 81–97 дней на зерно. Наиболее адаптивными сортами, способными давать высокую и стабильную урожайность в различные по благоприятности годы являются Быстрое и Галинка [8].

За период 2019–2021 гг. сумма активных температур  $\geq 10$  °С ( $CAT \geq 10$  °С) по всем районам республики составляла от 2021 °С (Городокский район Витебской

области) до 3043 °С (Мозырский район Гомельской области). По данному показателю все районы республики подходят для возделывания проса не только на зеленый корм, но также и на зерно.

По количеству осадков за теплый период колебания наблюдались от 204 мм в Брагинском и Могилевском районах до 520–533 мм в Лепельском и Брестском районах. Обобщенный показатель влагообеспеченности – гидротермический коэффициент (ГТК) за годы исследований по районам изменялся от 0,97 в Брагинском, Лоевском районах Гомельской области до 1,71 в Городокском районе Витебской области.

На протяжении последних пяти лет площадь посевов проса в республике постепенно уменьшается. Еще в 2010 г. она составляла 13,5 тыс. га. В 2018 г. она составляла 12044 га, или 0,23 %, а в 2021 г. снизилась до 8292 га, или 0,16 %. На рисунке 1 показана динамика посевных площадей проса по областям республики за 2017–2021 гг.

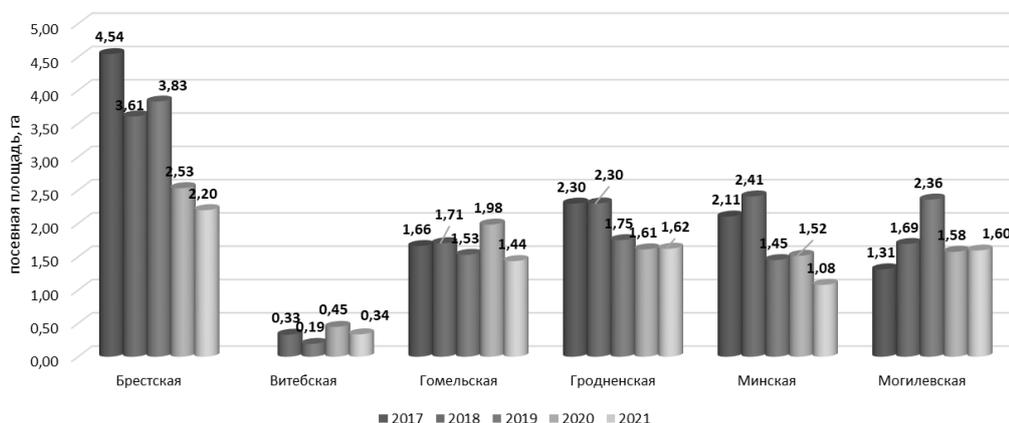


Рис. 1. Площадь посевов проса по областям республики (2017–2021 гг.)

Наибольшие площади под посевы проса отведены в Брестской области, на втором месте – Гродненская область. В 2017 г. в Брестской области под просом было занято 4,5 тыс. га, или 0,54 % пахотных земель, в Гродненской области – 2,3 тыс. га (0,31 %). В Витебской области просо высевалось на площади 0,45 тыс. га (2020 г.) всего в 10 районах (Бешенковичский, Витебский, Глубокский, Городокский, Докшицкий, Миорский, Поставский, Чашникский, Шарковщинский, Шумилинский), в остальные годы – в 6–7 районах. В Минской области площадь, занятая под посевы проса снизилась с 2,4 тыс. га до 1,1 тыс. га (0,20 % и 0,09 % соответственно). В целом по областям посевные площади этой культуры сократились в 1,1–2,1 раза.

В разрезе районов посевная площадь проса в 2021 г. изменяется от 0,01 до 1,41 %. Наибольшими посевами проса отметился Краснопольский район Могилевской области – 1,41 %. Наименьшие – Солигорский, Крупский, Узденский, Смолевичский районы Минской области (0,1 %).

Анализ урожайных данных показывает, что в среднем за три года наиболее продуктивной оказалась Гродненская область – 24,8 ц/га (табл.).

## Урожайность проса и показатели ГТК по областям (2019–2021 гг.)

Области	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее значение 2019–2021 гг.	V, %	r	K <sub>y</sub>
<b>Брестская область</b>							
Урожайность, ц/га	17,3±1,5	17,9±2,0	19,5±1,3	18,5±1,3	27	0,97	0,8
min	9,2	6,4	12,7	12,2			
max	26,8	31,7	32,2	29,5			
ГТК	1,34	1,35	1,61	1,24	6		
<b>Витебская область</b>							
Урожайность, ц/га	19,0±3,0	18,8±3,8	14,1±2,3	17,1±2,9	57	0,97	0,5
min	8,1	2,3	4,4	2,3			
max	27,4	34,4	24,0	32,6			
ГТК	1,65	1,57	1,36	1,4	6		
<b>Гомельская область</b>							
Урожайность, ц/га	13,9±1,7	15,4±1,3	12,9±1,1	14,0±0,9	27	-0,23	0,8
min	5,2	6,6	4,1	8,5			
max	28,4	31,4	19,0	23,9			
ГТК	1,11	1,30	1,40	1,16	8		
<b>Гродненская область</b>							
Урожайность, ц/га	21,8±2,0	27,0±4,1	26,5±3,4	24,8±2,0	31	0,29	0,8
min	13,0	7,0	6,9	10,8			
max	41,9	62,4	46,2	39,9			
ГТК	1,20	1,10	1,70	1,30	12		
<b>Минская область</b>							
Урожайность, ц/га	18,1±1,8	15,6±2,2	14,4±1,6	16,2±1,4	39	0,56	0,7
min	8,4	6,1	7,8	9,3			
max	34,4	40,7	33,3	31,9			
ГТК	1,42	1,37	1,40	1,33	5		
<b>Могилевская область</b>							
Урожайность, ц/га	14,9±1,8	14,1±1,3	11,0±1,7	13,5±1,1	34	0,56	0,7
min	3,7	4,7	4,3	4,8			
max	33,1	27,3	24,7	21,6			
ГТК	1,27	1,66	1,14	1,26	6		

Примечание. V – Коэффициент вариации; r – коэффициент корреляции; K<sub>y</sub> – коэффициент устойчивости.

Наименьшая урожайность зерна проса была получена в 2020 г. в Витебской области и составила всего 2,3 ц/га. Минимальным уровнем урожайности на протяжении трех лет характеризуется Могилевская область 3,7–4,7 ц/га, также среднегодовалая урожайность зерна проса здесь самая низкая – 13,5 ц/га.

На основании анализа данных были составлены графики динамики урожайности зерна проса по областям по сравнению со среднегодовыми данными (рис. 2–7), а также рассчитан коэффициент вариации, показывающий степень изменчивости по отношению к среднему показателю.

В Брестской области средняя урожайность зерна проса изменяется от 29,5 и 25,3 ц/га в Барановичском и Березовском районах соответственно до 12,2 ц/га в Ивацевичском районе (рис. 2.). Коэффициент вариации составил 27.

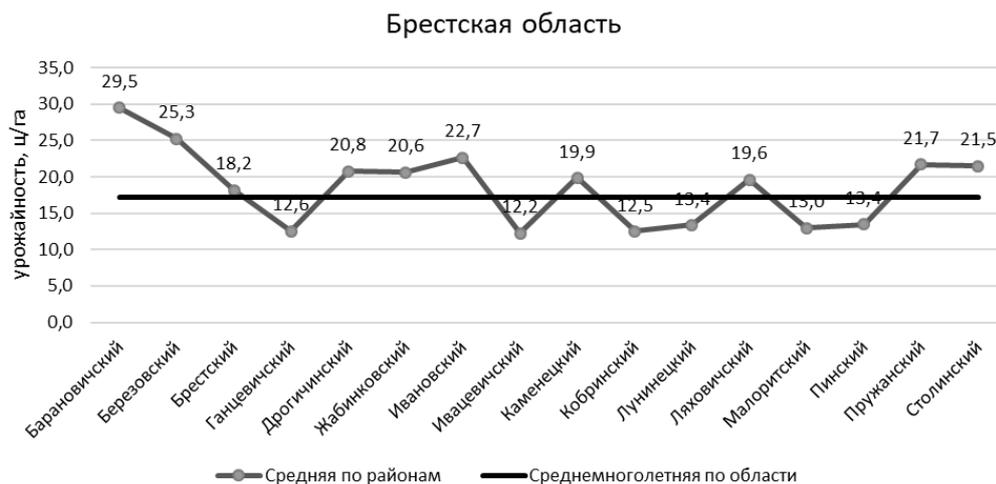


Рис. 2. Динамика урожайности проса по районам Брестской области (2019–2021 гг.)

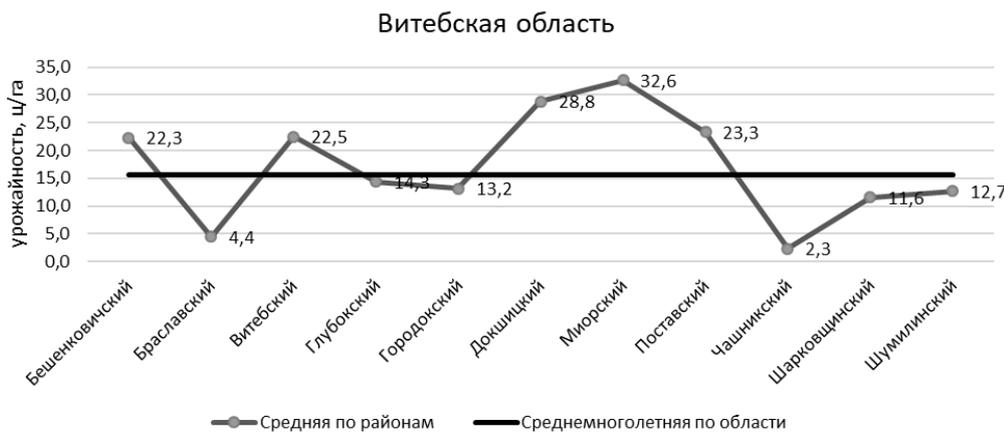


Рис. 3. Динамика урожайности проса по районам Витебской области (2019–2021 гг.)

Как уже было отмечено, в Витебской области просо выращивается только в 6–10 районах из 21, хотя по своим биологическим требованиям просо возможно

выращивать на всей территории. Максимальной урожайностью характеризуется Миорский район – 32,6 ц/га, минимальной – Чашникский и Браславский районы (2,3 и 4,4 ц/га соответственно). Коэффициент вариации по области равен – 57 %. В целом это свидетельствует о значительной изменчивости урожайности в данной области.

Гомельская область занимает предпоследнее место по урожайности зерна проса в республике, от 23,9 до 8,5 ц/га (рис. 4), но также, как и Брестская область, более выровнена по среднемуголетним значениям.

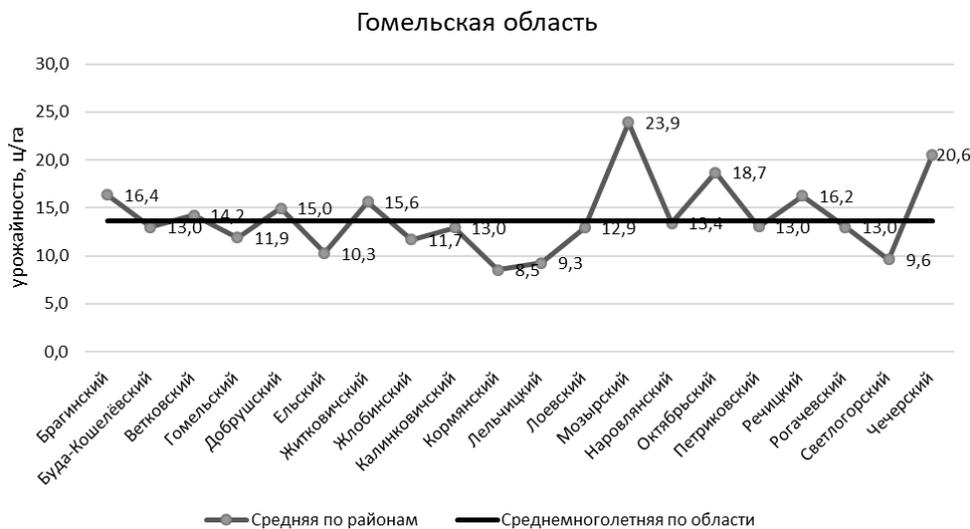


Рис. 4. Динамика урожайности проса по районам Гомельской области (2019–2021 гг.)

В Гродненской области колебания по районам составляют от 39,9 ц/га в Гродненском районе до 10,8 ц/га в Ошмянском. Коэффициент вариации – 31 %.



Рис. 5. Динамика урожайности проса по районам Гродненской области (2019–2021 гг.)



Рис. 6. Динамика урожайности проса по районам Минской области (2019–2021 гг.)

В Минской области в 13 районах урожайность ниже среднемноголетней и колеблется от 9,3 ц/га в Логойском районе до 14,8 ц/га в Крупском. Наиболее высокие урожаи по Минской области получены в Клецком и Молодечненском районах (31,9 и 30,7 ц/га соответственно). Вариативность данных здесь несколько выше – 39 %.

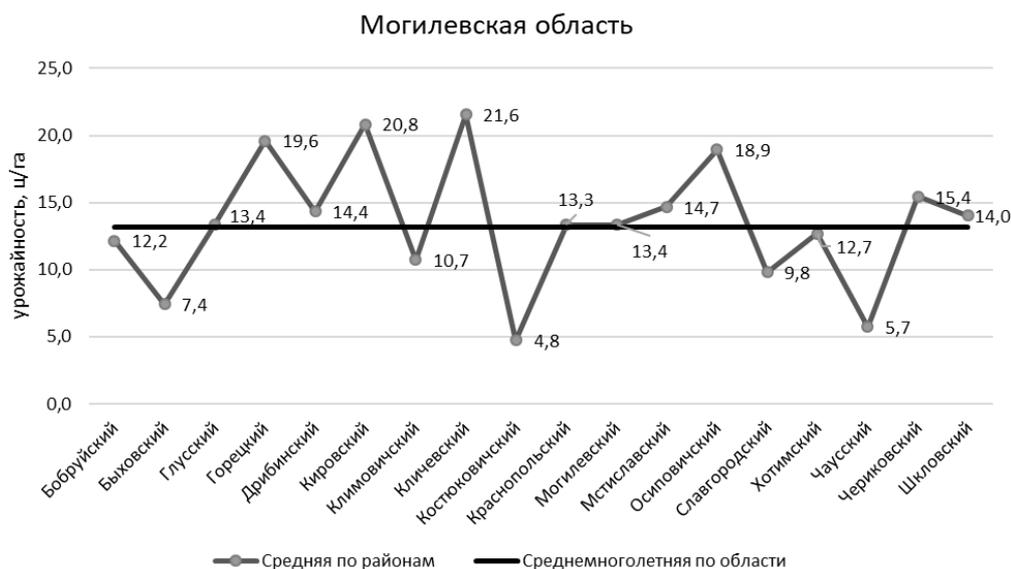


Рис. 7. Динамика урожайности проса по районам Могилевской области (2019–2021 гг.)

В Могилевской области отмечается самая низкая среднемноголетняя урожайность зерна проса как по годам, так и за трехлетний период. Колебания по районам составляют от 21,6 ц/га в Кличевском районе до 4,8 ц/га в Костюковичском. Коэффициент вариации составляет 34 %. Все области характеризуются значительной вариативностью урожайных данных.

Анализ исследований белорусских ученых [8–13 и др.] показывает, что урожайность зерна проса во многом зависит от агрометеорологических условий возделывания. Значительное влияние проявляется по месяцам вегетационного периода. Для последующей разработки методически аспектов формирования посевных площадей с учетом агроклиматических данных проведен корреляционный анализ урожайных данных проса с показателем ГТК за исследуемый период (табл.). Тесное влияние влагообеспеченности за указанный период установлено для Брестской и Витебской областей ( $r = 0,97$ ), в Минской и Могилевской областях наблюдается средняя зависимость ( $r = 0,56$ ). Для Гомельской и Гродненской областей получена слабая зависимость ( $r = -0,23$  и  $0,29$ ) соответственно. Причиной таких данных в областях может быть характер распределения осадков и температурный режим по периодам вегетации.

В то же время показатель ГТК по каждой из областей имеет незначительную изменчивость, коэффициент вариации ГТК во всех областях, кроме Гродненской не превышает 10 % (5–8 %).

Это позволило составить уравнения регрессии для Брестской, Витебской, Минской и Могилевской областей, выражающих урожайность зерна проса от показателя ГТК:

$$\text{Брестская область } y = 0,1309x - 0,9539; R^2 = 0,94;$$

$$\text{Витебская область } y = 17,734x - 9,8073; R^2 = 0,93;$$

$$\text{Минская область } y = 42,632x - 43,542; R^2 = 0,31;$$

$$\text{Могилевская область } y = 4,1716x + 7,6405; R^2 = 0,31.$$

Также опираясь на методику С. А. Сулова и И. В. Громовой, основанную на исследованиях устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур по всем регионам России, был рассчитан коэффициент устойчивости, характеризующий производство сельскохозяйственной продукции относительно среднего уровня. Установлены следующие градации коэффициента устойчивости:  $K_y > 0,9$  – норматив устойчивости,  $K_y = 0,9-0,8$  – допустимая устойчивость,  $K_y = 0,8-0,6$  – неустойчивое развитие процесса или явления,  $K_y = 0,6-0,4$  – крайне неустойчивое,  $K_y < 0,4$  – недопустимое.

Расчет коэффициента устойчивости проводился по формулам:

$$K_y = 1 - V_y(t),$$

$$V_y(t) = \frac{S_y(t)}{\hat{y}},$$

где  $V_y(t)$  – коэффициент колеблемости,  $\hat{y}$  – средний уровень ряда,  $S_y(t)$  – среднее квадратичное отклонение от тренда.

В целом оценивая устойчивость получения урожая зерна проса по областям республики, следует отметить, что Витебская область ( $K_y = 0,5$ ) входит в зону крайне неустойчивого получения урожая (табл. 1). Минская и Могилевская области относятся к зоне неустойчивого получения урожая ( $K_y = 0,7$ ). Брестская, Гродненская и Гомельская области относятся к зоне допустимой устойчивости получения урожайности ( $K_y = 0,8$ ).

## ВЫВОДЫ

Посевные площади проса в республике за последние 5 лет снизились с 12,0 тыс. га до 8,3 тыс. га. Наибольшие посевы этой культуры в Брестской области, где она высевается на площади 2,2 тыс. га, минимальные площади посева в Витебской области – 0,34 тыс. га.

Средняя урожайность зерна проса по республике колеблется в пределах от 15,2 до 17,1 ц/га за последние 5 лет. В разрезе областей наиболее продуктивной является Гродненская область, где среднемноголетняя урожайность составляет 24,8 ц/га, минимальной продуктивностью зерна проса характеризуется Могилевская область – 13,5 ц/га.

Проведенный регрессионный анализ позволил установить влияние агрометеорологических условий на урожайность зерна проса. Тесное влияние влагообеспеченности за указанный период установлено для Брестской и Витебской областей ( $r = 0,97$ ), для Минской и Могилевской областей наблюдается средняя зависимость ( $r = 0,56$ ), для Гомельской и Гродненской областей установлена слабая зависимость ( $r = -0,23$  и  $0,29$ ).

Коэффициент вариации ( $V$ ) свидетельствует о значительной изменчивости урожайности в каждой области республики и изменяется от 27–57 %. Рассчитанный коэффициент устойчивости позволил установить, что Витебская область входит в зону крайне неустойчивого получения урожая, две области (Минская и Могилевская) относятся к зоне неустойчивого получения, а остальные – к зоне допустимой устойчивости получения урожая проса (на зерно).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь: монография / О. С. Корзун [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 189 с.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 36 с.
3. Особенности возделывания многоукосных однолетних ценозов и сорговых культур / Н. П. Лукашевич [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2008. – 44 с.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2014–2020 гг.: статистический сборник – Минск, 2021. – 197 с. [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь; ред. И. В. Медведева [и др.]. – Режим доступа: [https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaistvo/statisticheskie-izdaniya/index\\_39701/](https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaistvo/statisticheskie-izdaniya/index_39701/). – Дата доступа: 15.03.2022 г.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Суслов, С. А. Методика региональной оценки экономической устойчивости сельскохозяйственного производства / С. А. Суслов, И. В. Громова // Вестник НГИ-ЭИ. – 2012. – № 5. – С 100–114.
7. Растениеводство: учеб. для студентов высших учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / Г. С. Посыпанов [и др.]; ред.: Г. С. Посыпанов, М. И. Толмачева. – Москва: КолосС, 2006. – 612 с.

8. Чирко, Е. М. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов проса (*Panicum miliaceum*) в условиях юго-западного региона республики / Е. М. Чирко // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2009. – № 3. – С. 49–54.

9. Якута, О. Н. Влияние условий возделывания на формирование урожая зерна и листовой поверхности проса / О. Н. Якута, Е. М. Чирко, Т. А. Анохина // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 6. – С. 14–18.

10. Куделко, В. Н. Результаты изучения коллекционных образцов проса посевного белорусского происхождения / В. Н. Куделко, П. О. Кошевой, Н. А. Лужинская // Земледелие и селекция в Беларуси. – Вып. 58. – 2022. – С. 383–390.

11. Гесть, Г. А. Агроэкономическая и энергетическая эффективность возделывания проса и пайзы в зависимости от приемов агротехники / Г. А. Гесть, О. С. Корзун // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 1(134). – С. 3–6.

12. Чирко, Е. М. Оптимизация основных агроприемов возделывания проса на зерно в юго-западном регионе Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. М. Чирко. – 2006. – 20 с.

13. Коготько, Ю. В. Урожайность и качество зерна проса (*Panicum miliaceum* L.) в зависимости от сорта и условий питания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 «Растениеводство» / Ю. В. Коготько; УО «БГСХА». – 2021. – 21 с.

## FEATURES OF TERRITORIAL LOCATION AND YIELD DYNAMICS OF MILLET FOR GRAIN IN THE REPUBLIC OF BELARUS

O. V. Matychenkova, T. N. Azarenok, D. V. Matychenkov,  
S. V. Dydysenko, S. V. Shylgina

### Summary

The article establishes the territorial features of the placement of millet crops (for grain) in the regions of the republic on the basis of an analysis of the sown areas of millet. The statistical data on the dynamics of millet grain yield for the period 2019–2021 were analyzed. On the basis of regression analysis, the influence of agrometeorological conditions on the yield of millet grain has been established. For the first time, the coefficient of stability of harvest production by regions of the republic was calculated, which made it possible to establish that the Vitebsk region is included in the zone of extremely unstable harvesting, two regions (Minsk and Mogilev) belong to the zone of unstable production, and the rest – to the zone of permissible sustainability of crop production (for grain).

The research results presented in this article are of great importance for the scientifically based formation of sown areas of drought-resistant crops, taking into account the assessment of agro-climatic data.

Поступила 27.10.22