

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОСА В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Ирина Мироновна Ханиева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID: 0000-0002-6415-5832

Индира Михайловна Хамокова, аспирант, ORCID: 0000-0002-6646-0152

Абдулкерим Назирович Джуртубаев, студент

Тамерлан Азаматович Коков, студент

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова,

г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Россия

E-mail: imhanieva@mail.ru

Аннотация. В статье изучена эффективность использования минеральных удобрений, стимуляторов роста и бактериальных препаратов в технологии возделывания проса посевного. Исследования проводили в 2021–2023 годах на опытном поле Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в степной зоне КБР. Объект изучения – среднепоздний сорт проса Кавказские зори селекции КБНИИСХ. Инокуляцию семян Ризоагрином (*Agrobacterium radiobacter*) и Азофитом (*Azotobacter vinelandii*) осуществляли в день посева, экзогенное опрыскивание растений стимуляторами роста Мивал Агро (10 г/га), МС-экстра (0,5 кг/га) – в фазе трех листьев. Обработка семян биопрепаратами Ризоагрином и Азофитом увеличивает полевую всхожесть на 8,9 и 5,3% соответственно, относительно контроля. Также они положительно влияют на сохранность растений к уборке. Использование биопрепаратов обеспечивает прибавку урожайности проса 0,38–0,54 т/га к контролю, удобрений – 0,64 т/га, стимуляторов роста – 0,27–0,46 т/га. Максимальная продуктивность достигнута с биопрепаратом Ризоагрин и стимулятором роста МС-экстра на фоне $N_{10}P_{26}K_{26}$ – 2,48 т/га.

Ключевые слова: Кабардино-Балкарская Республика, просо, биопрепарат, стимулятор роста, прибавка урожая

IMPROVEMENT MILLET CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

I.M. Khanieva, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*

I.M. Khamokova, *PhD Student*

A.N. Dzhurtubaev, *Student*

T.A. Kokov, *Student*

Kabardino-Balkar State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

E-mail: imhanieva@mail.ru

Abstract. The article studies the effectiveness of using mineral fertilizers, growth stimulants and bacterial preparations in the cultivating millet technology. The research was carried out in 2021–2023 on the experimental field of the Kabardino-Balkarian Scientific Research Institute of Agriculture, which located in the steppe zone of the Kabardino-Balkarian Republic. The object of study is the mid-late millet variety Kavkazskie Zori, bred by Kabardino-Balkarian Research Institute of Agriculture. Inoculation of seeds with Rizoagrין (*Agrobacterium radiobacter*) and Azofyte (*Azotobacter vinelandii*) was carried out on the day of sowing, exogenous spraying of plants with growth stimulants Mival Agro (10 g/ha), MS-extra (0.5 kg/ha) – in the three-leaf phase. Treatment of seeds with biological preparations Rizoagrין and Azofit increases field germination by 8.9 and 5.3%, respectively, relative to the control. They also have a positive effect on the preservation of plants for harvesting. The usage of biological products provides an increase in the yield of millet by 0.38–0.54 t/ha compared to the control, fertilizers – 0.64 t/ha, growth stimulants – 0.27–0.46 t/ha. Maximum productivity was achieved with the biological product Rizoagrין and the growth stimulator MS-extra against the background of $N_{10}P_{26}K_{26}$ – 2.48 t/ha.

Keywords: Kabardino-Balkarian Republic, millet, biological product, growth stimulant, crop increase

Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций провозгласила 2023 год **Международным годом проса**. [11] Просо посевное относится к стратегическим злакам. Выращивание этой культуры – эффективный способ увеличения продовольственной самообеспеченности страны и снижения ее зависимости от импорта зерновых. Стратегическую ценность определяют ее биологические особенности (скороспелость, засухоустойчивость, высокий коэффициент размножения, болезнеустойчивость). Благодаря им просо может занимать одно из ведущих мест среди крупных культур и способствовать достижению ЦУР 2

(Ликвидация голода) и ЦУР 13 (Меры по борьбе с изменением климата).

Наращивание производства проса связано с внедрением новых элементов в технологию, учитывающих биологические особенности культуры. Использование проса в качестве страховой культуры в поукосных и пожнивных посевах дает широкие возможности практикам, особенно с изменением климата. [5] Основное направление увеличения объемов производства – повышение урожайности крупных культур, при условии совершенствования технологии их выращивания. Внедрение экологических принципов в производ-

ство продукции растениеводства стало актуальной задачей. Один из технологических компонентов этого процесса – частичная замена минерального азота биологическим. Новые технологии занимают ведущее положение в создании и обеспечении оптимальных условий для полной реализации генетического потенциала растений. Управление вегетационным процессом новых сортов проса с использованием биопрепаратов и стимуляторов роста приводит к повышению продуктивности, рентабельности растениеводства и биоэнергетической эффективности. [4, 8] Малозатратными инструментами управления продукционными процессами считаются регуляторы роста растений. С увеличением засухоустойчивости проса будет расти продуктивность. [2, 10]

Цель работы – повышение продуктивности проса сорта *Кавказские зори* с применением минерального удобрения, стимуляторов роста и бактериальных препаратов в условиях степной зоны КБР.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение эффективности использования минеральных удобрений, стимуляторов роста и бактериальных препаратов в технологии возделывания проса сорта *Кавказские зори* проводили в 2021–2023 годах на опытном поле Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенного в степной зоне КБР. Почва – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на карбонатных глинах, мощность гумусового профиля в среднем 51 см, содержание гумуса – 3,4%, рН_{сол} – 6,8, ГТК – 0,9...1,1. Сумма осадков за апрель-август по годам: 2021 – 330,2 мм, 2022 – 235,5, 2023 – 302,5 мм. Объект изучения – среднепоздний сорт проса *Кавказские зори* селекции КБНИИСХ, включен в реестр допущенных в 2016 году, рекомендован для возделывания в Кабардино-Балкарской Республике. Посевная площадь делянки – 25 м², учетная – 20 м². Повторность четырехкратная. Норма высева – 3 млн всх. сем./га. Высевали просо на делянках обычным рядовым способом в 2021 году – 18 мая, 2022 – 29 апреля, 2023 – 24 мая. Инокуляцию семян Ризоагрином (*Agrobacterium radiobacter*) и Азофитом

(*Azotobacter vinelandii*) проводили в день посева. Экзогенное опрыскивание растений стимуляторами роста Мивал Агро (10 г/га), МС-экстра (0,5 кг/га) осуществляли в фазе трех листьев. Экспериментальную часть работы проводили на основании общепринятой методики полевого опыта Б.А. Доспехова. [3]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначальное условие достижения максимальной урожайности сельскохозяйственных культур – формирование агроценоза с оптимальной плотностью продуктивных стеблей к моменту уборки. Для его выполнения важно, чтобы густота всходов была высокой. Однако, несмотря на строгое соблюдение норм посева семян, на практике густота всходов может значительно варьировать.

За годы исследований убедились, что обработка семян проса биопрепаратами Ризоагрином и Азофитом увеличивает полевую всхожесть на 8,9 и 5,3% соответственно, относительно контроля. В варианте внесения минерального удобрения, полевая всхожесть в среднем за три года была ниже, чем в контроле на 4%. Отрицательное воздействие удобрений обусловлено проникновением ионов химических соединений удобрений внутрь зародыша и повреждением семян. При совместном действии минерального удобрения, стимулятора роста и биопрепарата полевая всхожесть была выше контрольного варианта, но ниже, чем с обработкой посевного материала биопрепаратами и посева на фоне природного плодородия (табл. 1). Наиболее высокая полевая всхожесть (контроль – 78,0%) отмечена в 2023 году, когда из-за дождливой погоды в I и II декадах мая сев проводили в поздний срок (24 мая). При раннем сроке сева в 2022 году, также отметили высокие значения полевой всхожести в контроле (75,8%) и вариантах опыта. При оптимальном сроке сева (18 мая) в 2021 году, полевая всхожесть семян в контрольном варианте – 73,0%. Известно, что при ранних сроках посева содержание влаги в посевном слое выше, чем при поздних, что обеспечивает более высокую полевую всхожесть. В мае 2023 года за первые две декады осадки составили 113% относительно среднемесячных много-

Таблица 1.

Влияние минерального удобрения, биопрепаратов, стимуляторов роста на полевую всхожесть и сохранность растений проса сорта *Кавказские зори*, среднее за 2021-2023 годы

Вариант	Количество всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт/м ²	Сохранность растений, %
1. Контроль (б/у)	225	75,6	148	65,6
2. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	216	71,9	166	77,0
3. Ризоагрин	245	81,2	171	69,7
4. Азофит	237	78,9	164	69,4
5. МС-экстра	226	75,4	161	71,2
6. Мивал Агро	227	75,6	160	70,5
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Ризоагрин + МС-экстра	234	77,8	178	76,0
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Ризоагрин + Мивал Агро	234	77,8	175	75,0
9. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Азофит + МС-экстра	227	75,8	173	76,1
10. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Азофит + Мивал Агро	227	75,8	168	74,3
НСР ₀₅	11,0	3,07	8,11	3,56

летних значений, а температура воздуха III декады мая (посев – 24 мая) превысила средние многолетние данные на 5,8°C. Совокупность благоприятных параметров температурного режима и влажности почвы обеспечила дружные всходы.

Относительно контрольного варианта (65,6%) минеральные удобрения, биопрепараты и стимуляторы роста положительно влияли на сохранность растений проса сорта *Кавказские зори* к уборке.

Применение удобрений способствует укреплению устойчивости растений к болезням и абиотическим факторам среды, что в конечном итоге повышает сохранность урожая, оптимизации обмена веществ, быстрому развитию жизнедеятельности растений. [6, 9] В наших исследованиях минеральное удобрение увеличивало сохранность растений на 11,4%. Обработка семян биопрепаратами положительно повлияла на сохранность растений сорта *Кавказские зори* и увеличивала показатель на 3,8...4,1%, относительно контроля. Обработка вегетирующих растений теми же стимуляторами повышала сохранность растений проса относительно контроля на 3,8...4,9%, комплексное применение биопрепаратов, стимуляторов роста и минеральных удобрений – на 8,7...10,4%. Максимальное количество растений проса (178 шт/м²) отмечено в варианте обработки семян Ризоагрином и вегетирующих растений- МС-экстра на фоне минеральных удобрений, где превышение контрольного варианта составило 20,3%. Незначительно уступал вариант Ризоагрин + Мивал Агро + N₁₀P₂₆K₂₆, он увеличивал контрольные значения на 18,2%. Комплексное применение Азофита и МС-экстра, Азофита и Мивал Агро с N₁₀P₂₆K₂₆ повышало количество растений проса к уборке на 1 м², относительно контроля на 16,9 и 13,5% соответственно. Количество растений проса к уборке на 1 м² в варианте применения минеральных удобрений было выше, чем в тех, где использовали Азофит на 1,2%, стимуляторы роста МС-экстра, Мивал Агро при естественном плодородии на 3,1 и 3,6% соответственно, контрольного варианта – на 10,8%, но на 3,0% меньше, чем в варианте обработки семян проса Ризоагрином.

Хозяйственная ценность агроценоза и эффективность воздействия на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях

с минеральными удобрениями, стимуляторами роста и биопрепаратами определяется урожайностью.

В контроле, при отсутствии внешнего воздействия, при естественном плодородии в среднем за три года получено 1,65 т/га зерна (табл. 2). С внесением N₁₀P₂₆K₂₆ в предпосевной подготовке почвы вырос урожай зерна на 0,64 т/га (38,8%). Эффективность инокуляции Ризоагрином семян проса была выше, чем с Азофитом. Бактериальный препарат Ризоагрин обеспечил 0,54 т/га дополнительного урожая, прибавка урожая в варианте обработки семян Азофитом – 0,38 т/га. Обработка стимуляторами роста вегетирующих растений повысили урожай проса *Кавказские зори* на 16,4...27,8%.

Комплексное использование Ризоагрина и МС-экстра с минеральными удобрениями привело к максимальному повышению урожая зерна проса (0,83 т/га). Синергетический эффект совместного действия Ризоагрина и Мивал Агро на фоне минеральных удобрений был ниже на 0,13 т/га (7,9%), по сравнению с комплексом N₁₀P₂₆K₂₆ + Ризоагрин + МС-экстра.

Эффективность Азофита + МС-экстра и Мивал Агро + N₁₀P₂₆K₂₆ в повышении урожайности проса сорта *Кавказские зори*, была ниже: дополнительный урожай составил соответственно по стимуляторам 0,71 и 0,67 т/га.

Засухоустойчивость проса посевного объясняется слабой корреляционной зависимостью урожайности культуры от количества осадков. Результатами исследований О.Н. Антимоновой, Л.Ф. Сыркиной (2020) выявлено наличие средней прямой корреляционной зависимости урожайности и количества осадков за межфазный период выметывание-полная спелость (r = 0,44...0,51; d = 19,4...21,2%). [1] Такие же выводы ранее сделали Н.А. Максютова и В.М. Жданова (2016), где причиной низкой урожайности проса указали дефицит осадков в июне-июле и высокие температуры. [7] Климатические условия 2021–2023 годов различались распределением осадков по декадам, а температурный режим был схожим. Среднемесячная температура за май-август превышала средне-многолетние значения на 4,9...25,7%. Количество осадков за апрель-август в 2022 году – 235,5 мм (79,2%), 2021 – 330,2 мм (111,0%), 2023 – 302,5 мм (101,0%). Хотя 2022 год по общим среднемесячным

Таблица 2.

Урожай зерна проса сорта *Кавказские зори* по годам

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка	
	2021	2022	2023	среднее	т/га	% к контролю
1. Контроль (б/у)	1,53	1,68	1,75	1,65	–	
2. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆	2,13	2,34	2,41	2,29	0,64	38,8
3. Ризоагрин	2,08	2,21	2,28	2,19	0,54	32,7
4. Азофит	1,89	2,08	2,13	2,03	0,38	23,0
5. МС-экстра	1,92	2,18	2,22	2,11	0,46	27,8
6. Мивал Агро	1,66	1,94	2,16	1,92	0,27	16,4
7. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Ризоагрин + МС-экстра	2,38	2,46	2,59	2,48	0,83	50,3
8. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Ризоагрин + Мивал Агро	2,27	2,35	2,43	2,35	0,70	42,4
9. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Азофит + МС-экстра	2,22	2,39	2,48	2,36	0,71	43,0
10. N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + Азофит + Мивал Агро	2,19	2,34	2,43	2,32	0,67	40,6
НСР ₀₅	0,10	0,11	0,11			

показателям был самый неблагоприятный, урожайность сорта *Кавказские зори* была выше, достигнутой в более влажный 2021 год. Это объясняется благоприятным распределением осадков в критические для культуры месяцы (июнь, июль).

Анализ показателя прибавки урожая (% к контролю) указывает, что при комплексном использовании в технологии выращивания проса минерального удобрения, биопрепарата и стимулятора роста, большая урожайность была в самый влажный 2021 год, прибавка составила – 43,1...55,5% (см. рисунок, 3-я стр. обл). Эффективность комплекса была высокой даже в неблагоприятный по среднемесячным показателям осадков 2022 год – 39,3...46,4%. Действие стимуляторов роста было лучшим в 2022 году (неблагоприятный), по сравнению с 2021 (благоприятный). За годы исследований результативность препарата МС-экстра была выше, чем у Мивал Агро.

Выводы. Сохранность посевов проса сорта *Кавказские зори* находилась в пределах 65,6...76,1%. Инокуляция семян бактериальными препаратами повышает количество растений к уборке на 1 м². Максимальным этот показатель (178 шт./м²) был при комплексном применении Ризоагрин + МС-экстра + N₁₀P₂₆K₂₆.

Использование биопрепаратов обеспечивает прибавку урожайности проса на 0,38...0,54 т/га к контролю, удобрений – 0,64 т/га, стимуляторов роста – 0,27...0,46 т/га. Максимальная продуктивность сорта проса *Кавказские зори* достигнута с биопрепаратом Ризоагрин и стимулятором роста МС-экстра на фоне внесения N₁₀P₂₆K₂₆ – 2,48 т/га.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

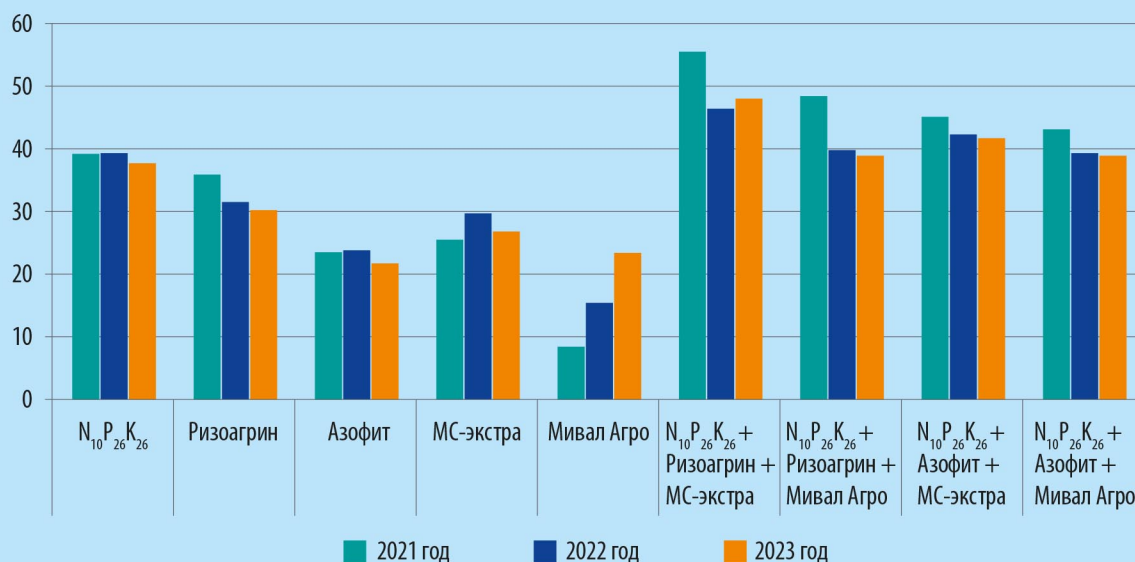
1. Антимонова О.Н., Сыркина Л.Ф. Формирование урожайности сортов проса посевного в зависимости от гидротермических условий // Вестник Красноярского государственного аграрного университета 2020. № 10 (163). С. 74–82.
2. Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур // Защита и карантин растений. 2015. № 2. С. 13–15.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
4. Заводчикова Л.Д., Варавва В.Н., Берестовой А.С. Повышаем урожайность проса, совершенствуя приемы агротехники // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 16-1. С. 41–44.
5. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунуова Н.В., Вилунов С.Д. Потенциал проса в новых рыночных условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 1 (45). С. 5–11. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11
6. Лозина Н.А., Зотиков В.И. Изменчивость элементов продуктивности проса в результате применения микроудобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 46–52. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-46-52
7. Максютов Н.А., Жданов В.М. Влияние погодных условий, предшественников и фона питания на урожайность проса в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (60). С. 42–45.
8. Петров Н.Ю., Захарова Е.А., Федоренко И.С. Эффективность применения биопрепаратов при выращивании проса в Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53).
9. Филин В.И., Балакшина В.И. Эффективность удобрений в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 72.
10. Хамокова И.М. Просо: состояние изученности некоторых элементов технологии (обзор) // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 3 (43). С. 57–65. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-57-6.
11. <https://www.fao.org/millet-2023/ru> (Дата обращения 24.11.2023)

REFERENCES

1. Antimonova O.N., Syrkina L.F. Formirovanie urozhajnosti sortov prosa posevnogo v zavisimosti ot gidrotermicheskikh uslovij // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 2020. № 10 (163). S. 74–82.
2. Vakulenko V.V. Regulyatory rosta rastenij povyshayut stressoustojchivost' kul'tur // Zashchita i karantin rastenij. 2015. № 2. S. 13–15.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
4. Zavadchikova L.D., Varavva V.N., Berestovoj A.S. Povyshaem urozhajnost' prosa, sovershenstvuya priemy agrotekhniki // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007. № 16-1. S. 41–44.
5. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., Vilyunov S.D. Potencial prosa v novyh rynochnyh usloviyah // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2023. № 1 (45). S. 5–11. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-5-11
6. Lozina N.A., Zotikov V.I. Izmenchivost' elementov produktivnosti prosa v rezul'tate primeneniya mikroudobrenij // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2021. № 4 (40). S. 46–52. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-46-52
7. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M. Vliyanie pogodnykh uslovij, pedshestvennikov i fona pitaniya na urozhajnost' prosa v stepnoj zone Yuzhnogo Urala // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 4 (60). S. 42–45.
8. Petrov N.Yu., Zaharova E.A., Fedorenko I.S. Effektivnost' primeneniya biopreparatov pri vyrashchivaniy prosa v Volgogradskoj oblasti // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1 (53).
9. Filin V.I., Balakshina V.I. Effektivnost' udobrenij v suhostepnoj zone kashtanovykh pochv Volgogradskoj oblasti // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2019. № 1 (53). S. 72.
10. Hamokova I.M. Proso: sostoyanie izuchennosti nekotorykh elementov tekhnologii (obzor) // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2022. № 3 (43). S. 57–65. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-3-57-6.
11. <https://www.fao.org/millet-2023/ru> (Data obrashcheniya 24.11.2023)

Поступила в редакцию 29.12.2023
Принята к публикации 12.01.2024

Диаграмма к статье Ханиевой И.М. и др. «Совершенствование технологии возделывания проса в Кабардино-Балкарской Республике» (стр. 26)



Прибавка урожая проса сорта *Кавказские зори* под влиянием минерального удобрения, бактериальных препаратов и стимуляторов роста.

Фотографии к статье Синеговской В.Т. и др. «Использование физиологических методов в создании сортов сои» (стр. 30)



Рис. 4. Сорт сои *Лучистая*: растение, бобы, семена.

Рисунок к статье Сибирёва А.В. и др. «Прогнозирование уровня биологических рисков возникновения и распространения инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля» (стр. 89)

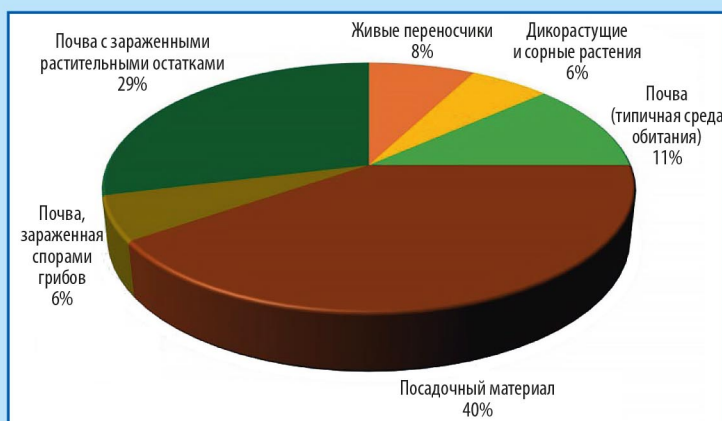


Рис. 2. Структура долевого распределения основных резервуаров инфекции, характерных для возбудителей инфекционных и паразитарных заболеваний картофеля.