

**ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНО-КАЛИЙНОГО ФОНА ПИТАНИЯ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ
В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

**EFFECT OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM NUTRITION BACKGROUND
ON YIELD AND SOWING QUALITIES OF INDUSTRIAL HEMP
UNDER THE STEPPE CONDITIONS OF THE SOUTH OF CENTRAL SIBERIA**

Ключевые слова: техническая конопля, семена, посевные качества, фосфорно-калийный фон питания, всхожесть, масса 1000 семян, урожайность.

Рассмотрена зависимость урожайности и посевных качеств семян технической конопли от фосфорно-калийного фона питания в четырёхфакторном полевом опыте. Опыты закладывались в условиях степной зоны юга Средней Сибири. Прямое действие фактора «фон питания» в изменчивость было невысоким, вклад фактора составил всего 3% в общую изменчивость признака. На фосфорно-калийном фоне минерального питания урожайность семян была выше у всех изучаемых сортов. В целом по опыту средняя урожайность на повышенном фосфорно-калийном фоне составила 6,4 ц/га, на контроле – 5,8 ц/га. В целом по опыту сорт Вера на повышенном фоне минерального питания повышал урожайность на 0,75 ц/га, сорт Надежда – на 0,70 ц/га, сорт Мария – на 0,40 ц/га и сорт Омегадар 1 – на 0,50 ц/га. В целом по опыту на фоне с фосфорно-калийным питанием масса 1000 семян повышалась на 0,8 г в сравнении с контролем. Фосфорно-калийный фон питания на 7% определял общую изменчивость лабораторной всхожести. На контроле средняя всхожесть семян у 4 сортов в 2 зонах за 3 года испытания составила 76,2%, на фосфорно-калийном фоне – 79,0%. На основании проведённого исследования можно констатировать, что повышенный фосфорно-калийный фон питания повышает массу 1000 семян и лабораторную всхожесть семян, что позволяет с большей вероятностью получить высококачественный посевной материал в экстремальных условиях возделывания культуры, которые складываются в условиях степной зоны левобережья Минусинской котловины.

Keywords: industrial hemp, seeds, sowing qualities, phosphorus and potassium nutrition background, germination, thousand-seed weight, yield.

The dependence of the yield and sowing qualities of industrial hemp seeds on phosphorus and potassium nutrition background in a four-factor field experiment was studied. The experiments were conducted in the steppe zone of the south of Central Siberia. The direct effect of the “nutrition background” factor on variability was low; the contribution of the factor to the total variability of the factor made 3% only. Against the phosphorus and potassium background of mineral nutrition, the seed yield was higher in all studied varieties. In general, in the experiment, the average yield against increased phosphorus and potassium nutrition background was 0.64 t ha, and in the control - 0.58 t ha. In general, in the experiment, the variety Vera increased the yield by 0.075 t ha against increased mineral nutrition background; the variety Nadezhda - by 0.07 t ha; the variety Mariya - by 0.04 t ha; and the variety Omegadar 1 - by 0.05 t ha. In general, in the experiment, against the background of phosphorus and potassium nutrition, the thousand-seed weight increased by 0.8 g as compared to the control. The phosphorus and potassium nutrition background determined the total variability of laboratory germination by 7%. In the control, the average germination of seeds of 4 varieties in two zones during 3 years of testing was 76.2%; against phosphorus and potassium nutrition background - 79.0%. Based on the conducted research, it may be concluded that the increased phosphorus and potassium nutrition background increased thousand-seed weight and seed laboratory germination. This makes it more likely to obtain high-quality seed material under extreme growing conditions which are formed in the steppe zone of the left bank of the Minusinsk Basin.

Еленкова Наталья Геннадьевна, зав. испытательной лабораторией, филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Хакасия, г. Абакан, Российская Федерация, e-mail: nelenkova@inbox.ru.

Кадычegov Алексей Николаевич, к.с.-х.н., доцент, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Российская Федерация, e-mail: kadychegov@mail.ru.

Elenkova Natalya Gennadevna, Head, Testing Laboratory, Branch of FGBU “Rosselkhoztsentr” in the Republic of Khakassia, Abakan, Russian Federation, e-mail: nelenkova@inbox.ru.

Kadychegov Aleksey Nikolaevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russian Federation, e-mail: kadyche-gov@mail.ru.

Кадычегова Валентина Ивановна, к.с.-х.н., доцент, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Российская Федерация, e-mail: vkadychegova@yandex.ru.

Kadychegova Valentina Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russian Federation, e-mail: vkadychegova@yandex.ru.

В мире потребность в производстве технической конопли существенно возросла, так как она стала стратегической культурой, из которой получают инновационные композиционные материалы. Биомассу также можно преобразовать в метан, метанол, этанол, биодизель или биогаз [1-3]. Конопля принадлежит к числу культур, предъявляющих высокие требования к наличию в почве легкодоступных питательных веществ [4].

Установлено, что под влиянием удобрений увеличиваются высота растений, диаметр стебля, накопление сухой надземной массы, повышаются качество волокна и всхожесть семян [5-7]. Большой запас фосфора в семенах – положительный фактор, способствующий интенсификации процесса роста, тесно связанный с урожайными свойствами. Отмечается, что на высоком фосфорном питании созревание зерновых культур ускоряется на 5-6 дней [8], что особенно важно для юга Средней Сибири. Данная тенденция требует проверки и при культивировании технической конопли. В экстремальных условиях юга Средней Сибири это особо актуально, так как продолжительность вегетации технической конопли и длина вегетационного периода зоны в отдельные годы критично влияют на формирование семян [9].

Цель исследований – определить влияние фосфорно-калийного фона питания на урожайность и посевные качества семян технической конопли в условиях степной зоны юга Средней Сибири.

Задачи – выявить взаимосвязь фосфорно-калийного фона питания на урожайность, массу 1000 семян, лабораторную всхожесть.

Объекты и методы

Экологическое сортоиспытание технической конопли проведено в степной и сухостепной зонах Республики Хакасия – в Боградском (пункт «степь») и Усть-Абаканском (пункт «сухая степь») районах.

В пункте «Степь» опыты закладывались на южном чернозёме, в пахотном горизонте содержание гумуса составляет 3%, рН=8,1. Почвы с опытного участка характеризуются средней

обеспеченностью нитратным азотом и калием и низким содержанием подвижного фосфора.

В пункте «Сухая степь» опыты закладывались на светло-каштановых почвах; содержание гумуса в пахотном слое составляет 3%, рН=8,0. Почвы сухостепной зоны отличаются высоким содержанием подвижного фосфора и калия и низкой обеспеченностью нитратным азотом.

В степной зоне количество осадков за период с мая по сентябрь составило 337,2 мм в 2020 г., 246,5 мм – в 2021 г. и 216,8 мм – в 2022 г.

В сухой степи с мая по сентябрь в 2020 г. выпало 341,3 мм осадков, в 2021 г. – 320,8 мм, а в 2022 г. – 229,0 мм.

Опыты проводились в 2020-2022 гг. с учётом методики государственного сортоиспытания. Предшественник – яровая пшеница. Сорта конопли технической Вера, Надежда, Мария и Омегадар 1 высевали 15-17 мая вручную, с нормой посева 40 всхожих семян на 1 пог. м. Норма посева составила при посеве с междурядьями 15 см в пределах 42 кг/га и междурядьями 70 см – 10 кг/га. К уборке сохранилось от 19 до 22 растений на 1 пог. м. Площадь учётной деланки – 2,1 м². Повторность опыта – четырёхкратная. Уборка конопли осуществляли методом пробного снопа с последующим обмоломом.

Схема опыта:

Фактор А – «Зона возделывания» (степь, сухая степь).

Фактор В – «Фон питания» (контроль, удобрения).

Фактор С – «Год» (2020, 2021, 2022).

Фактор D – «Сорт» (Вера, Надежда, Мария, Омегадар 1).

Учёты и наблюдения в опытах:

- анализ семян на посевные качества осуществлялся в испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Хакасия;

- анализ почвенных образцов с опытных участков проведен в ФГБУ ГСАС «Хакасская» по общепринятым методикам;

- математическая обработка результатов исследования – по методике В.А. Ушкоренко [10] с помощью пакета программ FieldExpert Д.Н. Акимова [11].

Результаты исследований и их обсуждение

На основе дисперсионного анализа определено прямое действие изучаемых факторов на формирование признака «урожайность семян» (рис. 1). Так, в общую изменчивость данного признака наибольший вклад внес фактор «зона возделывания» (79%). Вклад фактора «год», т.е. метеорологических условий, составил 9%. Генотипические различия на 6% влияли на вариабельность урожайности семян. В целом по опыту наибольшая урожайность отмечена у сортов Мария (0,72 т/га) и Надежда (0,67 т/га). Прямое действие фактора «фон питания» составило всего 3% в общую изменчивость признака (рис. 1). В целом по опыту средняя урожайность на повышенном фосфорно-калийном фоне составила 0,64 т/га, на контроле – 0,58 т/га.

Следует отметить, что на фосфорно-калийном фоне минерального питания уровень урожайности семян был выше у всех изучаемых сортов.

Наиболее сильное влияние на вариабельность массы 1000 семян в целом по опыту оказывал фактор «зона возделывания»: его вклад составил 60% (рис. 2). Метеорологические условия на 18% определяли формирование признака.

Сортовые различия только на 7% способствовали формированию массы 1000 семян. Влияние фосфорно-калийного фона отмечено только во взаимодействии с другими факторами. Взаимодействие «зона x фон питания» составило 4% (рис. 2). На контроле в сухостепной зоне средняя масса 1000 семян – 14,8 г, в степной – 12,1 г. На фоне фосфорно-калийного питания в сухостепной зоне масса 1000 семян составила 15,6 г и степной – 13,0 г (табл.).

Взаимодействие «фон питания x год» внесло в общую изменчивость только 2% (рис. 2). На фоне фосфорно-калийного питания в 2020 г. средняя масса 1000 семян была выше на 0,8 г, чем на контроле, в 2021 г. – на 0,7 г, в 2022 г. – на 0,8 г.

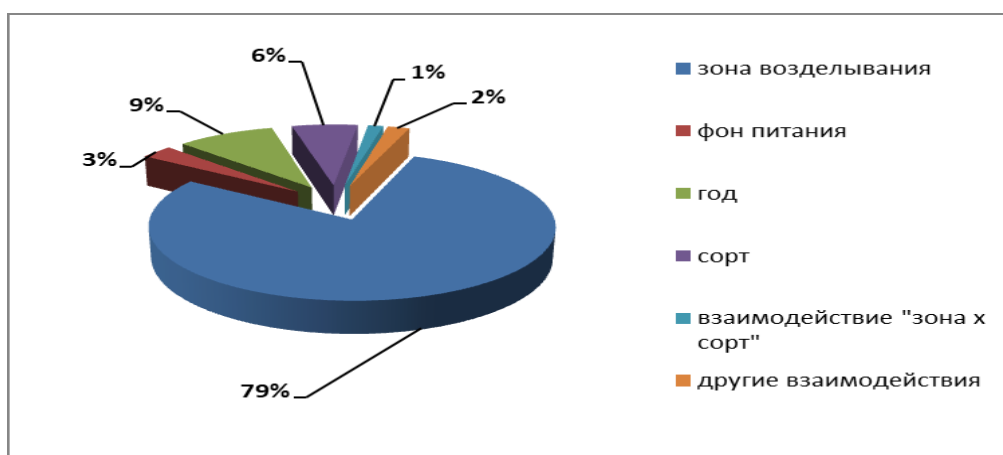


Рис. 1. Вклад факторов в изменчивость урожайности семян, %

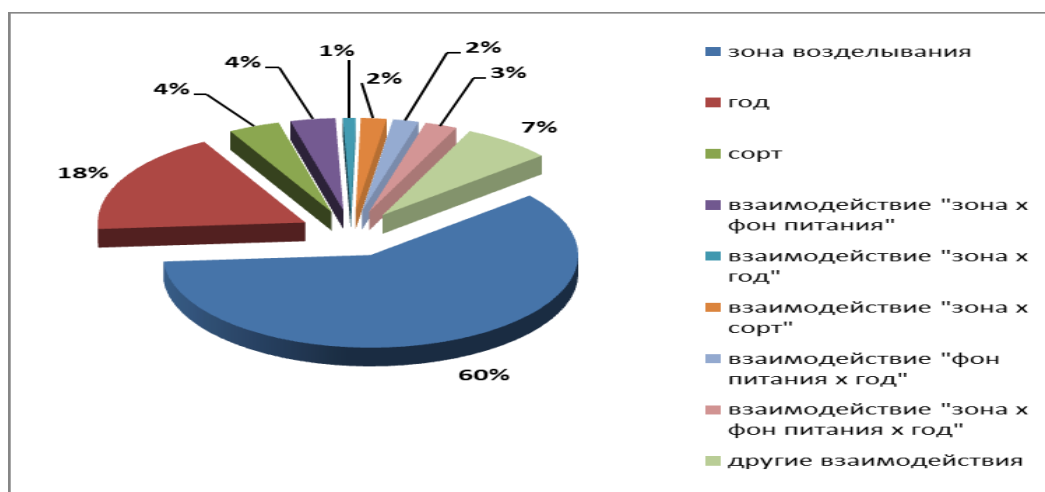


Рис. 2. Вклад факторов в изменчивость массы 1000 семян

Урожайность и посевные качества семян

Фон питания	Зона	Сорт	Урожайность, т/га			Масса 1000 семян, г			Всхожесть, %		
			2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
контроль	сухая степь	Вера	0,66	0,92	0,69	14,6	14,7	14,2	80	74	67
		Надежда	0,84	1,12	0,84	16,9	15,2	11,8	78	75	77
		Мария	0,90	1,20	0,88	15,9	16,0	13,9	90	82	75
		Омегадар 1	0,57	0,82	0,59	16,4	15,9	13,5	86	76	78
	степь	Вера	0,37	0,52	0,35	12,8	12,4	8,5	79	69	77
		Надежда	0,42	0,60	0,43	14,6	13,4	11,5	77	70	53
		Мария	0,46	0,63	0,45	14,8	13,6	9,8	88	66	75
		Омегадар 1	0,33	0,47	0,39	13,2	12,6	8,9	85	72	80
P ₂ O ₅ + K ₂ O	сухая степь	Вера	0,67	0,93	0,85	15,0	15,3	13,5	88	74	69
		Надежда	0,88	1,10	1,19	17,5	16,2	14,8	82	78	81
		Мария	1,00	1,23	0,82	17,2	16,3	14,7	93	83	79
		Омегадар 1	0,62	0,85	0,72	17,1	15,9	12,1	90	79	79
	степь	Вера	0,41	0,59	0,47	12,4	12,8	9,2	83	68	79
		Надежда	0,49	0,64	0,58	14,3	14,1	14,2	82	70	77
		Мария	0,49	0,68	0,59	14,5	14,1	10,8	90	70	69
		Омегадар 1	0,51	0,55	0,45	13,9	14,0	9,8	87	70	77
НСР ₀₅			0,03			0,35			0,03		

Взаимодействие «фон питания x зона x год» на 3% влияло на вариабельность массы 1000 семян (рис. 2). Так, на контроле в сухой степи средняя масса 1000 семян у изучаемых сортов в 2020 г. составила 15,9 г, в 2021 г. – 15,4 г и в 2022 г. – 13,2 г (табл.).

На фосфорно-калийном фоне питания в сухостепной зоне средняя масса 1000 семян была в 2020 г. в пределах 16,7 г, в 2021 г. – 15,9 г и в 2022 г. – 14,2 г.

На контроле в степи средняя масса 1000 семян у сортов составила в 2020 году 13,6 г, в 2021 г. – 13,3 г и в 2022 г. – 9,8 г.

В степной зоне на фоне фосфорно-калийного питания средняя масса 1000 семян была в 2020 г. в пределах 14,3 г, в 2021 г. – 14,4 г и в 2022 г. – 10,1 г.

В целом по опыту на контроле масса 1000 семян снижалась на 0,8 г в сравнении с фосфорно-калийным питанием.

Наиболее высокий вклад в формирование лабораторной всхожести вносил фактор «год». Его влияние составило 54% (рис. 3).

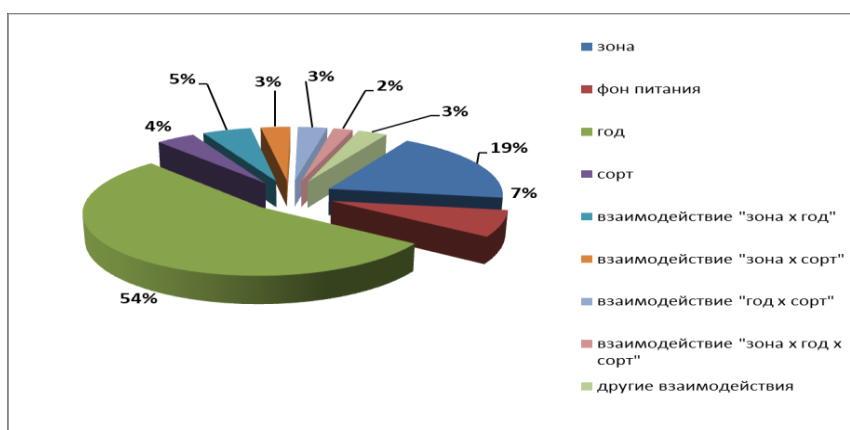


Рис. 3. Вклад факторов в изменчивость лабораторной всхожести семян, %

Зона возделывания оказала также существенное влияние на лабораторную всхожесть. Вклад данного фактора в общую изменчивость составил 19%. Отмечен невысокий вклад в формирование лабораторной всхожести семян фактора «сорт»: генотипические различия на 4% определяли проявление признака (рис. 3). Фосфорно-калийный фон питания на 7% определял общую изменчивость лабораторной всхожести. На контроле средняя всхожесть семян у 4 сортов в двух зонах за 3 года испытания составила 76,2% и на фосфорно-калийном фоне – 79,0% (табл.).

Взаимодействие изучаемых факторов в опыте составило 16%.

Взаимодействие факторов «зона x год» повлияло на всхожесть в пределах 5%.

Взаимодействие «зона x сорт» на 3% определяло показатель всхожести.

Взаимодействие «зона x год x сорт» только на 2% влияло на формирование лабораторной всхожести.

Среднее значение показателя за трехлетний период в целом по опыту составило 77,6%.

На основании проведенного исследования можно констатировать, что повышенный фосфорно-калийный фон питания повышает массу 1000 семян и лабораторную всхожесть семян, что позволяет с большей вероятностью получить кондиционный посевной материал в экстремальных условиях возделывания культуры, которые складываются в условиях степной зоны левобережья Минусинской котловины.

Выводы

1. Прямое действие фактора «фон питания» составило всего 3% в общую изменчивость признака. В целом по опыту средняя урожайность на повышенном фосфорно-калийном фоне составила 0,64 т/га, на контроле – 0,58 т/га.

2. В целом по опыту на фоне фосфорно-калийного питания масса 1000 семян повышалась на 0,8 г в сравнении с контролем.

3. Фосфорно-калийный фон питания на 7% определял общую изменчивость лабораторной всхожести. На контроле средняя всхожесть семян у 4 сортов в двух зонах за 3 года испытания

составила 76,2%, а на фосфорно-калийном фоне – 79,0%.

Библиографический список

1. Bourmaud, A., Duigou, A., Baley, C. (2011). What is the technical and environmental interest in reusing a recycled polypropylene–hemp fibre composite? *Polymer Degradation and Stability*. 96. 1732-1739. DOI: 10.1016/j.polyimdegradstab.2011.08.003.

2. Heide, V. Hanf - ein nachwachsender Rohstoff mit Zukunft auch in Baden-Wurtemberg / V. Heide, V. Berlepsch // *Berichte über Landwirtschaft*, issn: 0005-9080, 2000, vol. 78, n. 2, p. 335-346.

3. Kolodnytska, R.V. Hemp biofuel for automotive transport. Ukrainian perspective / *The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering*. 2016. No. 2 (77). P. 102-108.

4. Димитриев, В. Л. Влияние различных форм калийных удобрений на урожай однодомной безгашишной конопли сорта Диана / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, И. П. Елисеев. – Текст: непосредственный // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 24-26. – EDN KOJMF0.

5. Димитриев, В. Л. Влияние минеральных удобрений на урожай однодомной безгашишной конопли сорта Диана / В. Л. Димитриев, Л. Г. Шашкаров, И. П. Елисеев. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-60-4-21-27. – Текст: непосредственный // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 4 (60). – С. 21-26. – EDN JXNKIV.

6. Севостьянова, А. О. Влияние минеральных калийных удобрений на биоморфометрические показатели конопли посевной / А. О. Севостьянова, Г. Г. Бикбаева, Д. Р. Исламгулов. – Текст: непосредственный // *Российский электронный научный журнал*. – 2023. – № 1 (47). – С. 157-162. – EDN GNJEUR.

7. Бакулова, И. В. Первичное семеноводство безнаркотических сортов конопли посевной в условиях Среднего Поволжья / И. В. Бакулова. – Текст: непосредственный // *Аграрный научный журнал*. – 2021. – № 5. – С. 4-8. – EDN AQEHUT.

8. Строна, И. Г. Общее семеноведение полевых культур / И. Г. Строна. – Москва: Колос, 1966. – 464 с. – Текст: непосредственный.

9. Еленкова, Н. Г. Перспективы семеноводства технической конопли в условиях юга средней Сибири / Н. Г. Еленкова, В. В. Чагин, А. Н. Кадычegov. – Текст: непосредственный // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова*. – 2021. – № 4 (38). – С. 45-49. – EDN NRVPDE.

10. Ушкоренко В. А. Дисперсионный анализ данных четырёхфакторного полевого опыта / В. А. Ушкоренко. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 1975. – № 12. – С. 21-130.

11. Акимов, Д. Н. Обработка экспериментальных данных полевого опыта с помощью пакета данных полевого опыта с помощью пакета программ Field Expert / Д. Н. Акимов. – Текст: непосредственный // *Фестиваль исследовательских и творческих работ учащихся «Портфолио»: сборник описаний работ (2006-2007 учебный год)*. – Москва: ООО «Чистые пруды», 2007. – Кн. 2. – С. 379.

References

1. Bourmaud, A., Duigou, A., Baley, C. (2011). What is the technical and environmental interest in reusing a recycled polypropylene–hemp fibre composite? *Polymer Degradation and Stability*. 96. 1732-1739. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2011.08.003.

2. Heide, V. Hanf - ein nachwachsender Rohstoff mit Zukunft auch in Baden-Wurtemberg / V. Heide, V. Berlepsch // *Berichte über Landwirtschaft*, issn: 0005-9080, 2000, vol. 78, n. 2, p. 335-346.

3. Kolodnytska, R.V. Hemp biofuel for automotive transport. Ukrainian perspective / *The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering*. 2016. No. 2 (77). P. 102-108.

4. Dimitriev, V.L. Vliianie razlichnykh form kaliinykh udobrenii na urozhai odnodomnoi bezgash-

ishnoi konopli sorta Diana / V.L. Dimitriev, L.G. Shashkarov, I.P. Eliseev // *Nauchno-obrazovatelnaia sreda kak osnova razvitiia intellektualnogo potentsiala selskogo khoziaistva regionov Rossii: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 90-letiiu FGBOU VO Chuvashskii GAU, Cheboksary, 22 oktiabria 2021 goda*. – Cheboksary: Chuvashskii GAU, 2021. – S. 24-26.

5. Dimitriev, V.L. Vliianie mineralnykh udobrenii na urozhai odnodomnoi bezgashishnoi konopli sorta Diana / V.L. Dimitriev, L.G. Shashkarov, I.P. Eliseev // *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – No. 4 (60). – S. 21-26. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-60-4-21-27.

6. Sevostianova, A.O. Vliianie mineralnykh kaliinykh udobrenii na biomorfometricheskie pokazateli konopli posevnoi / A.O. Sevostianova, G.G. Bikbaeva, D.R. Islamgulov // *Rossiiskii elektronnyi nauchnyi zhurnal*. – 2023. – No. 1 (47). – S. 157-162.

7. Bakulova, I.V. Pervichnoe semenovodstvo beznarkoticheskikh sortov konopli posevnoi v usloviakh Srednego Povolzhia / I. V. Bakulova // *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. – 2021. – No. 5. – S. 4-8.

8. Strona, I.G. Obshchee semenovedenie polevykh kultur. – Moskva: Kolos, 1966. – 464 s.

9. Elenkova, N. G. Perspektivy semenovodstva tekhnicheskoi konopli v usloviakh luga srednei Sibiri / N.G. Elenkova, V.V. Chagin, A.N. Kadychegov // *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova*. – 2021. – No. 4 (38). – S. 45-49.

10. Ushkorenko V.A. Dispersionnyi analiz dannykh chetyrekhfaktornogo polevogo opyta / V.A. Ushkorenko // *Агрохимия*. – 1975. – No. 12. – S. 21-130.

11. Akimov D.N. Obrabotka eksperimentalnykh dannykh polevogo opyta s pomoshchiu paketa dannykh polevogo opyta s pomoshchiu paketa programm Field Expert // *Festival issledovatel'skikh i tvorcheskikh rabot uchashchikhsia «Portfolio»: sbornik opisaniy rabot (2006-2007 uchebnyi god)*. Kn. 2. – Moskva: ООО «Chistyie prudy», 2007. – S. 379.

