

9. Tikhonova O.A. Kachestvo iagod smorodiny chernoi v usloviakh severo-zapada Rossii // Plodovodstvo i iagodovodstvo Rossii. – 2005. – Т. XII. – S. 248-262.

10. Sorokopudov V.N., Kuklina A.G., Soloveva A.E. Zhimolost siniia: biologii, sortiment i osnovy kultivirovaniia. – Moskva: FGBNU VSTISP, 2016. – 162 s.

11. Ogoltsova T.P. Seleksiia chernoi smorodiny. Proshloe, nastoiashchee, budushchee. – Tula: Prioksk. kn. izd-vo, 1992. – 384 s.

12. Savinkova N.V., Gagarkin A.V. Itogi poluvekovoi raboty s zhimolostiu sinei v FGUP «Bakcharskoe» // Innovatsionnye napravleniia razvitiia sibirskogo sadovodstva: nasledie akademikov M.A. Lisavenko, I.P. Kalinnoi: sb. statei / FGBNU FANTsA. – Barnaul: Kontsept, 2018. – S. 238-247.

13. Programma i metodika sortoizucheniia plodovykh, iagodnykh i orekhoplodnykh kultur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogoltsovoi. – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – 602 s.



УДК 633.522

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-222-4-34-41

Н.Г. Еленкова, А.Н. Кадычegov  
N.G. Elenkova, A.N. Kadychegov

## АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

### ADAPTABILITY OF INDUSTRIAL HEMP VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF CENTRAL SIBERIA

**Ключевые слова:** показатели адаптивности, техническая конопля, факторы изменчивости, зональные и погодные условия, экологическая пластичность, стабильность, юг Средней Сибири.

Приведены результаты изучения параметров адаптивности технической конопля в условиях юга Средней Сибири. В качестве источников изменчивости признаков служили факторы «зона», «год», «удобрения», «сорт» и их взаимодействия. Рассчитаны параметры адаптивности, в том числе гомеостатичность (Hom), пластичность (bi) и стабильность ( $\sigma^2_d$ ). Коэффициент гомеостатичности по урожайности в выборке изучаемых сортов был в пределах от 17,8 (сорт Вера) до 24,06 (сорт Омегадар 1). Наиболее высокий гомеостаз сорта Омегадар 1 обусловлен более низкой изменчивостью урожайности в опыте. Для оценки индивидуальной реакции сортов на условия выращивания проведен четырёхфакторный дисперсионный анализ. Фактор «зона» влиял на формирование урожайности технической конопля на 85%. В целом по опыту в степи урожайность составила 7,8 ц/га, в сухой степи – только 4,4 ц/га. Индивидуальная реакция сортов на условия выращивания определена по коэффициенту пластичности (bi). К наиболее требовательным к условиям выращивания (bi > 1) можно отнести сорт Мария (bi = 1,40). Сорт Омегадар 1 можно рекомендовать для использования на экстенсивном фоне. По стабильности урожайности ( $\sigma^2_d$ ) выделился сорт Омегадар 1. Более высоким гомеостазом по массе 1000 семян обладали сорта Надежда и Омегадар 1. Фактор «зона» был определяющим при формировании крупности и выпол-

ненности семян технической конопля, соответственно, вклад данного фактора составил 63%. Сорт Омегадар 1 (bi = 1,21) для повышения массы 1000 семян необходим более высокий уровень агротехники. Наибольшая стабильность по массе 1000 семян была у сорта Мария и Надежда. Наиболее высокой гомеостатичностью лабораторной всхожести семян обладали сорта Надежда и Омегадар 1. Доминирующий вклад в формирование лабораторной всхожести вносил фактор «год», влияние которого на формирование признака было в пределах 54%. По формированию лабораторной всхожести наиболее высокую положительную реакцию показал сорт Мария (bi = 1,48).

**Keywords:** adaptability indices, industrial hemp, variability factors, zonal and weather conditions, ecological plasticity, stability, south of Central Siberia.

This paper discusses the research findings on the adaptability indices of industrial hemp under the conditions of the south of Central Siberia. The factors "zone", "year", "fertilizers", "variety" and their interactions served as sources of character variation. Adaptability indices, including homeostaticity (Hom), plasticity (bi) and stability ( $\sigma^2_d$ ) were calculated. The coefficient of homeostaticity regarding yielding capacity in the studied varieties ranged from 17.8 (Vera variety) to 24.06 (Omegadar 1 variety). The highest homeostasis of Omegadar 1 variety was due to the lower variability of yields in the experiment. To evaluate the individual response of varieties to the growing conditions, four-factor analysis of variance was carried out. The "zone" factor influenced the formation of the yield of industrial

hemp by 85%. In general, in the experiment, the yield in the steppe area was 0.78 t ha, in the dry steppe - 0.44 t ha only. The individual response of the varieties to the growing conditions was determined by the coefficient of plasticity ( $b_i$ ). The Maria variety ( $b_i = 1.40$ ) was the most demanding to the growing conditions ( $b_i > 1$ ). The variety Omegadar 1 may be recommended for growing against an extensive background. This variety was distinguished in terms of yield stability ( $\sigma^2_d$ ). The varieties Nadezhda and Omegadar 1 had higher homeostasis regarding the thousand-seed weight. The "zone" factor was decisive in the formation of the size and plumpness of industrial hemp seeds, respec-

tively, the contribution of this factor was 63%. The variety Omegadar 1 ( $b_i = 1.21$ ) needs a higher level of agronomic practices to increase its thousand-seed weight. The greatest stability regarding thousand-seed weight was revealed in the varieties Maria and Nadezhda. The varieties Nadezhda and Omegadar 1 had the highest homeostaticity of laboratory seed germination. The dominant contribution to the formation of laboratory germination was made by the factor "year"; its influence on the formation of the factor was within 54%. According to the formation of laboratory germination, the variety Maria showed the highest positive response ( $b_i = 1.48$ ).

**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: kadychegov@mail.ru.

### Введение

Способность культуры произрастать определяется экологическими условиями и способностью её противостоять действию лимитирующих факторов с сохранением функций воспроизводства и саморазвития [1-3]. Индивидуальная реакция сорта на меняющиеся условия выращивания значительно изменяется, и её необходимо учитывать в селекции и семеноводстве культуры, применяя различные методы учёта параметров адаптивности [4, 5]. Для оценки стабильности признака под влиянием факторов среды используется и вариационный анализ [6]. В.В. Хангильдин [7] предложил определять гомеостатичность сорта, где алгоритм расчёта гомеостаза учитывает размах варьирования и величину выраженности признака, что позволяет дать более надёжную оценку сорту в меняющихся условиях среды.

На основе регрессионного анализа использована методика расчёта экологической пластичности и стабильности, разработанная S.A. Eberhart, W.A. Russell [8]. Методика позволяет в выборке сортов выделить формы, адаптированные для технологий различной интенсивности.

Внедрение сортов с высокими адаптивными свойствами позволяет стабилизировать урожайность полевых культур, в том числе и технической конопли.

**Цель** исследования – оценить параметры адаптивности технической конопли в условиях юга Средней Сибири.

### Объекты и методы

Исследования проводили в степном поясе, который включает настоящую, сухую, опустыненную и луговую степи [9].

По протоколу лабораторных испытаний ФГБУ Государственная станция агрохимической службы «Хакасская» почва опытного участка степной зоны имеет содержание гумуса в пахотном горизонте 3%, обеспеченность нитратным азотом средняя, фосфором – низкая и калием – средняя, у почвенного раствора слабощелочная реакция ( $pH = 8,1$ ).

В сухостепной зоне почва опытного участка малогумусовая (около 3%), обеспеченность нитратным азотом низкая, подвижным фосфором и калием – высокая. Почвенный раствор имеет слабощелочную реакцию ( $pH = 8,0$ ).

Предшественник – яровая пшеница. Сорта конопли технической: Вера, Надежда, Мария и Omegadar 1 высевали 15-17 мая вручную сеялкой РС-1 с междурядьями 15 см, с нормой высева семян 40 всхожих семян на 1 погонный метр. Площадь учётной делянки – 2,1 м<sup>2</sup>. Повторность – четырёхкратная. Фосфорно-калийные удобрения вносили в дозе 45 кг/га локально как на рядовом посеве, так и на ширококородном.

Уборка проводилась методом пробного снопа с последующим обмолотом. Посевные качества семян определяли в испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Хакасия.

Вариационный анализ проведён по методике в изложении Б.А. Доспехова [10], четырёхфак-

торный дисперсионный анализ – по методике В.А. Ушкоренко [11] и с помощью программ обработки данных полевого опыта Field Expert v1.3 Pro (свидетельство о государственной регистрации № 9455) согласно методическим рекомендациям О.И. Акимовой и Д.Н. Акимова [12].

Погодные условия в годы исследования существенно различались. В степной зоне сумма осадков за период май-сентябрь составила 337,2 мм в 2020 г., 246,5 мм в 2021 г. и 216,8 мм в 2022 г. При этом в 2020 и 2022 гг. был засушливым май.

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

### Результаты исследований и их обсуждение

Колебания признака в опыте по вариантам можно проследить по min и max значениям. У сорта Вера отклонения min и max значений урожайности составили 4,4 ц/га, Надежда – 4,9, Мария – 5,7, Омегадар 1 – 3,2 ц/га. Отсюда следу-

ет, что сорт Мария более подвержен изменчивости, чем сорта Вера, Надежда и Омегадар 1.

При оценке стабильности признаков по годам, пунктам и фонам питания растений учтена величина коэффициента вариации ( $V$ , %): чем она ниже, тем меньше колебания показателя. Изменчивость принято считать значительной, если её коэффициент более 20% [10]. Коэффициент вариации составил по сортам от 21,08% (Омегадар 1) до 34,63% (Мария) (табл. 1). Учёт min и max значений и величины коэффициента корреляции недостаточно информативен для оценки адаптивности сорта, так как не используется обобщенная средняя по опыту. Это устранимо при расчёте гомеостатичности (Hom) сортов, где учитывают величину обобщенной средней ( $\bar{x}$ ) и изменчивость показателя ( $\sigma$ ).

По урожайности коэффициент гомеостатичности был в пределах от 17,58 (сорт Вера) до 24,06 (сорт Омегадар 1). Наиболее высокий гомеостаз сорта Омегадар 1 обусловлен более низкой изменчивостью урожайности в опыте.

Таблица 1

Параметры изменчивости и гомеостатичности урожайности

Сорт	$\bar{x}$	$V$ , %	min	max	Hom
Вера	5,45	30,97	3,2	7,6	17,58
Надежда	6,72	30,37	4,1	9,0	22,14
Мария	7,28	34,63	4,3	10,0	21,03
Омегадар 1	5,05	21,08	3,6	6,8	24,06

На основании модели четырёхфакторного дисперсионного анализа определены значения компонентов вариантов, приходящиеся на факторы «зона», «год», «удобрения», «сорт» и эффекты взаимодействия (рис. 1).

В.А. Зыкин с соавторами предложили алгоритм расчётов экологической пластичности и стабильности сорта по методике S.A. Eberhart и W.A. Russell, при достоверном влиянии взаимодействия «генотип × среда» на 5%-ном уровне значимости [13, 14].

Методика S.A. Eberhart и W.A. Russell позволяет рассчитать индексы условий среды ( $I_j$ ), соответственно, можно дать характеристику условиям выращивания технической конопли в различных вариантах опыта [8].

Наиболее благоприятные условия для формирования урожая семян:

- 1) (2021 г., сухая степь,  $P_2O_5 + K_2O$ ) –  $I_j = + 2,35$ ;
  - 2) (2020 г., сухая степь,  $P_2O_5 + K_2O$ ) –  $I_j = + 1,90$ ;
- неблагоприятные условия:

- 1) (2021 г., степь, контроль) –  $I_j = - 1,95$ ;
- 2) (2020 г., степь, контроль) –  $I_j = - 1,90$  (табл. 2).

Прямое действие фактора «зона» влияло на формирование урожайности технической конопли на 85% (рис. 1). В степной зоне урожайность отмечена в пределах 7,8 ц/га и сухой степи – только 4,4 ц/га.

Фактор «год» только на 3% определял формирование признака урожайности, которая колебалась от 6,0 ц/га в 2020 г. до 6,2 ц/га в 2021 г. (рис. 1). Реакцию сорта на условия среды можно определить по коэффициенту пластичности ( $b_i$ ). Наиболее требовательным к условиям выращивания ( $b_i > 1$ ) стал сорт Мария ( $b_i = 1,40$ ), повышающий урожайность зерна на 1,40 ц/га, при увеличении уровня урожайности в целом по опыту на 1 ц/га. Сорт Омегадар 1 можно использовать на более низком уровне агротехники, где он покажет максимум отдачи при минимуме затрат, так как у этого сорта  $b_i$  существенно ни-

же 1. Сорта Вера ( $b_i = 0,89$ ) и Надежда ( $b_i = 1,13$ ) имели коэффициент пластичности ближе к 1, и их следует, согласно методике S.A. Eberhart и

W.A. Russell (1966), отнести к группе сортов, у которых выявлено соответствие изменения урожайности изменению условий выращивания.

Таблица 2

Урожайность, ц/га

Год	Зона возделывания	Фон питания	Сорт				lj
			Вера	Надежда	Мария	Омега-дар 1	
2020	Сухая степь	Контроль	6,5	8,2	9,9	5,6	1,57
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	6,9	8,7	10,0	5,9	1,90
	Степь	Контроль	3,6	4,1	4,3	4,3	-1,90
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	4,0	4,8	4,9	5,0	-1,30
2021	Сухая степь	Контроль	7,2	8,7	9,2	6,2	1,85
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	7,6	9,0	9,9	6,8	2,35
	Степь	Контроль	3,2	4,6	4,6	3,7	-1,95
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	4,4	5,1	4,9	4,1	-1,35
2022	Сухая степь	Контроль	6,6	8,1	9,2	5,5	-1,37
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	7,2	9,0	9,7	5,8	0,20
	Степь	Контроль	3,5	4,5	4,8	3,6	-1,88
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	4,7	5,8	5,9	4,1	-0,85
b <sub>i</sub>			0,89	1,13	1,40	0,57	
$\sigma^2_d$			2,60	0,50	0,64	0,19	
HCP <sub>05</sub>			0,03				

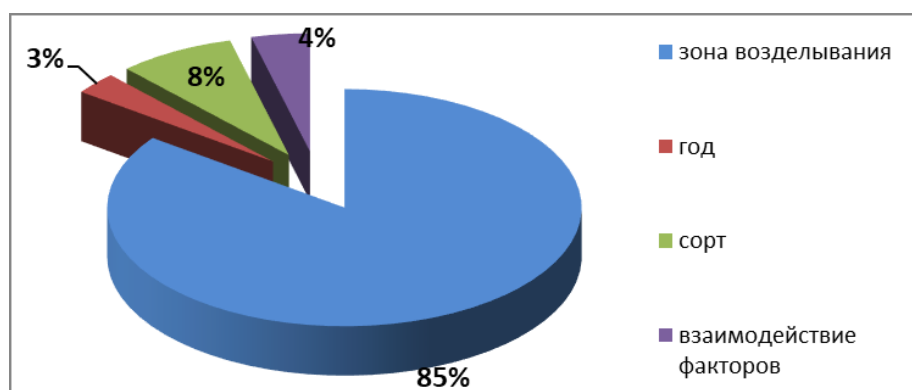


Рис. 1. Влияние факторов изменчивости в формировании урожайности

По стабильности урожайности ( $\sigma^2_d$ ) выделяется сорт Омегадар 1 ( $\sigma^2_d = 0,19$ ).

Изменчивость массы 1000 семян в вариантах опыта находилась в промежутке от 18,91% (Омегадар 1) до 14,61% (Надежда) (табл. 3), что ниже, чем по урожайности. Однако, различия между min и max значениями массы 1000 семян

превышали по сорту Вера на 6,6 ц/га, Надежда – 6,5 ц/га, Мария – 7,2 ц/га и Омегадар 1 – 8,5 ц/га. Максимальное значение признака можно использовать как возможный потенциал массы 1000 семян в зоне. Гомеостаз в выборке сортов находился в пределах от 99,40% (Надежда) до 71,96% (Омегадар 1).

Таблица 3

Параметры изменчивости и гомеостатичности массы 1000 семян

Сорт	Обобщенная средняя	V, %	min	max	Hom
Вера	13,04	16,58	8,5	15,1	78,72
Надежда	14,48	14,61	11,0	17,5	99,40
Мария	14,37	15,45	10,0	17,2	93,00
Омегадар 1	13,6	18,91	8,6	17,1	71,96

Основными факторами изменчивости, определяющими массу 1000 семян, были факторы «зона» и «год», которые, соответственно, влияли на проявление признака на 63 и 19% (рис. 2).

Наиболее благоприятные условия для формирования признака сложились в 2020 г. в сухой степи на фоне внесения минеральных удобрений ( $l_j = 3,06$ ), худшие – в 2022 г. в степной зоне на контрольном варианте ( $l_j = 4,14$ ).

Индивидуальную реакцию сортов на условия выращивания можно проследить по величине  $b_i$ ,

значение которой находилось у сортов Мария, Надежда и Мария в пределах 1. Отсюда следует, что величина массы 1000 семян соответствовала условиям среды и условиям выращивания.

Сорту Омегадар 1 ( $b_i = 1,21$ ) для повышения массы 1000 семян необходим более высокий уровень агротехники.

Наибольшая стабильность по массе 1000 семян была у сортов Мария ( $\sigma^2_d = 0,68$ ) и Надежда ( $\sigma^2_d = 0,83$ ) (табл. 4).

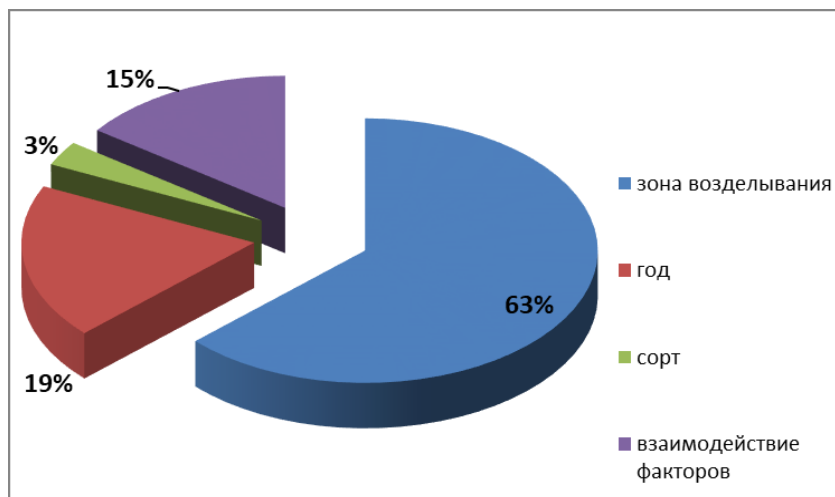


Рис. 2. Вклад факторов изменчивости в формирование массы 1000 семян

Таблица 4

Масса 1000 семян технической конопли, г

Год	Зона возделывания	Фон питания	Сорт				$l_j$
			Вера	Надежда	Мария	Омега-дар 1	
2020	Сухая степь	Контроль	14,5	16,8	16,1	16,2	2,24
		$P_2O_5 + K_2O$	15,1	17,5	17,2	17,1	3,06
	Степь	Контроль	12,4	14,3	14,5	13,0	-0,11
		$P_2O_5 + K_2O$	13,0	14,8	15,4	13,9	0,61
2021	Сухая степь	Контроль	14,2	16,1	16,1	15,3	1,76
		$P_2O_5 + K_2O$	15,1	16,2	16,3	15,9	-0,29
	Степь	Контроль	11,9	14,1	14,1	13,0	-0,39
		$P_2O_5 + K_2O$	13,7	15,0	14,8	14,0	0,71
2022	Сухая степь	Контроль	14,2	12,1	13,4	13,2	-0,44
		$P_2O_5 + K_2O$	14,5	14,6	14,0	13,8	0,56
	Степь	Контроль	8,5	11,0	10,0	8,6	-4,14
		$P_2O_5 + K_2O$	9,4	11,2	10,5	9,2	-3,59
$b_i$			0,90	0,91	0,98	1,21	
$\sigma^2_d$			1,18	0,83	0,68	4,68	
$HCP_{05}$			0,35				

Варьирование всхожести семян технической конопли было низким у сортов Вера, Надежда, Омегадар 1, у сорта Мария – средним. Обобщенная средняя лабораторной всхожести семян по вариантам опыта составила у сорта Вера

75,2%, Надежда – 76,0, Мария – 79,2 и Омегадар 1 – 79,5%.

Наиболее высокой гомеостатичностью обладали сорта Надежда ( $Hom = 1117,2$ ) и Омегадар 1 ( $Hom = 1014,5$ ) (табл. 5).

Таблица 5

Параметры изменчивости и гомеостатичности всхожести семян, %

Сорт	Обобщенная средняя	V, %	min	max	Hom
Вера	75,2	9,2	67	88	820,1
Надежда	76,0	6,8	66	82	1117,2
Мария	79,2	12,7	64	93	624,3
Омега дар 1	79,5	7,8	75	90	1014,5

Доминирующий вклад в формирование лабораторной всхожести вносил фактор «год», влияние которого на формирование признака было в пределах 54% (рис. 3). В 2020 г. средняя всхожесть по опыту составила 84,9%, 2021 г. – 73,3, 2022 г. – 74,2% (табл. 6).

Взаимодействие изучаемых в опыте факторов составило 16%, в том числе «генотип x среда».

Используя индексы условий среды (Ij), можно выделить наиболее благоприятные для формирования лабораторной всхожести:

1. (2020 г., сухая степь, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> +K<sub>2</sub>O) – Ij = + 10,79;
  2. (2020 г., сухая степь, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> +K<sub>2</sub>O) – Ij = + 8,04;
- неблагоприятные условия сложились:
1. (2021 г., степь, контроль) – Ij = – 8,96;
  2. (2021 г., степь, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> +K<sub>2</sub>O) – Ij = – 7,96 (табл. 6).

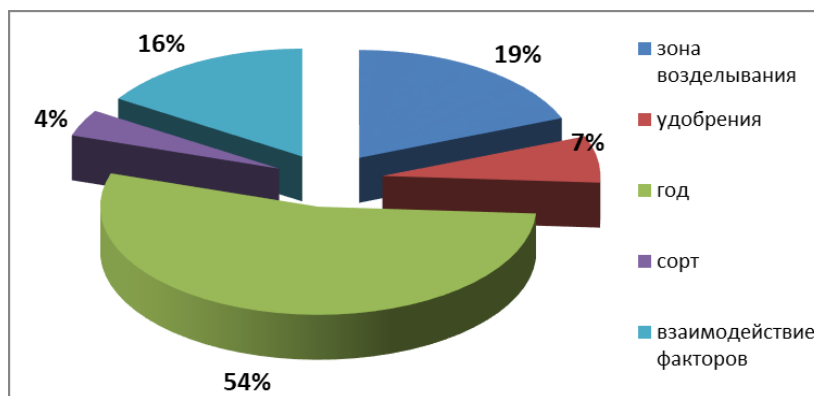


Рис. 3. Вклад факторов изменчивости в формирование лабораторной всхожести семян, %

Таблица 6

Всхожесть семян технической конопля, %

Год	Зона возделывания	Фон питания	Сорт				Ij
			Вера	Надежда	Мария	Омегадар 1	
2020	Сухая степь	Контроль	80	78	90	86	6,04
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	88	82	93	90	10,79
	Степь	Контроль	79	77	88	85	4,79
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	83	82	90	87	8,04
2021	Сухая степь	Контроль	74	75	82	76	-0,71
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	74	78	83	79	1,04
	Степь	Контроль	66	69	67	72	-8,96
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	68	70	70	70	-7,96
2022	Сухая степь	Контроль	67	77	75	78	-3,21
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	69	81	79	79	-0,46
	Степь	Контроль	75	66	64	75	-7,46
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O	79	77	69	77	-1,96
b <sub>i</sub>			0,90	0,68	1,48	0,94	
σ <sup>2</sup> <sub>d</sub>			15,18	8,28	11,11	2,60	
HCP <sub>05</sub>			0,27				

Наиболее отзывчивым на улучшение условий выращивания ( $b_i = 1,48$ ) был сорт Мария. Наибольшей стабильностью по формированию лабораторной всхожести обладал сорт Омегадар 1 ( $\sigma^2_d = 2,6$ ).

#### Выводы

1. Для получения более высокой урожайности семян сорт технической конопля Мария требует высокого уровня агротехники. Сорт Омегадар 1 рекомендуется использовать на экстенсивном фоне.

2. Сорт Омегадар 1 для повышения массы 1000 семян необходим более высокий уровень агротехники.

3. По формированию всхожести семян наиболее отзывчивым на улучшение условий выращивания был сорт Мария. Для сортов Вера и Омегадар 1 условия выращивания соответствовали их биологическим особенностям по формированию лабораторной всхожести.

#### Библиографический список

1. Жученко, А. А. Адаптивный потенциал культурных растений / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 766 с. – Текст: непосредственный.

2. Ламажап, Р. Р. Сортоиспытание ярового ячменя в условиях Республики Тыва / Р. Р. Ламажап. – Текст: непосредственный // Концепция и технологии земледелия в аридной зоне Алтае-Саянского субрегиона / РАСХН, Сиб. отд-ние, НИИ аграрных проблем Хакасии, Бурятский НИИ сельского хозяйства, Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства, Тувинский НИИ сельского хозяйства, Монгольская академия сельскохозяйственных наук, НИИ растениеводства и земледелия. – Абакан: Типография ООО «Март», 2009. – С. 198-200.

3. Юсуфов, А. Г. Гомеостаз и его значение в онтогенезе растений / А. Г. Юсуфов. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 1981. – № 1. – С. 25-34.

4. Литун, П. П. Взаимодействие генотип – среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения / П. П. Литун. – Текст: непосредственный // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наукова думка, 1986. – С. 63-93.

5. Стрижова, Ф. М. Оценка адаптивных свойств яровой пшеницы по качеству зерна с использованием математико-статистических методов / Ф. М. Стрижова, В. М. Стрижов. –

Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 книгах / IV Международная научно-практическая конференция (5-6 февраля 2009 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 2. – С. 3-6.

6. Сапега, В. А. Продуктивность и параметры стабильности сортов кормового гороха / В. А. Сапега. – Текст: непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2015. – Т. 10. – С. 47-49.

7. Хангильдин, В. В. Гомеостатичность и структура урожая зерна у сортов яровой пшеницы в условиях Башкирии / В. В. Хангильдин. – Текст: непосредственный // Физиологические и биохимические аспекты гетерозиса и гомеостаза растений. – Уфа, 1976. – С. 210-230.

8. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966) Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6, 36-40. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>.

9. Ерёмкина, И. Г. Изменение свойств чернозёмов Хакасии при длительном сельскохозяйственном использовании / И. Г. Ерёмкина. – Новосибирск: Рос. Акад. с.-х. наук, ГНУ НИИАП Хакасии, 2010. – 135 с. – Текст: непосредственный.

10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с. – Текст: непосредственный.

11. Ушкоренко, В. А. Дисперсионный анализ данных четырёхфакторного полевого опыта / В. А. Ушкоренко. – Текст: непосредственный // Агробиология. – 1975. – № 12. – С. 21-130.

12. Акимова О. И. Использование статистических методов обработки опытных данных при выполнении студенческих научных работ / О. И. Акимова, Д. Н. Акимов. – Текст: непосредственный // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2016. – № 18. – С. 76-78.

13. Зыкин, В. А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин, И. А. Белан, В. С. Юсов. – Уфа: Изд-во Башкирского гос. аграрного ун-та, 2005. – 44 с. – Текст: непосредственный.

14. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – 24 с. – Текст: непосредственный.

## References

1. Zhuchenko, A.A. Adaptivnyi potentsial kultur-nykh rastenii. – Kishinev: Shtiintsa, 1988. – 766 s.
2. Lamazhap, R.R. Sortoispytanie iarovogo iachmenia v usloviakh Respubliki Tyva // Kontseptsii i tekhnologii zemledeliia v aridnoi zone Altae-Saianskogo subregiona / RASKhN, Sib. otdnie, NII agrarnykh problem Khakasii, Buriatskii NII selskogo khoziaistva, Gorno-Altayskii NII selskogo khoziaistva, Tuvinskii NII selskogo khoziaistva, Mongolskaia akademiia selskokhoziaistvennykh nauk, NII rasteniievodstva i zemledeliia. – Abakan: Tipografiia OOO «Mart», 2009. – S. 198-200.
3. Iusufov, A.G. Gomeostaz i ego znachenie v ontogeneze rastenii // Selskokhoziaistvennaia biologiiia. – 1981. – No. 1. – S. 25-34.
4. Litun, P.P. Vzaimodeistvie genotip – sreda v geneticheskikh i selektsionnykh issledovaniiax i sposoby ego izucheniia // Problemy otbora i otsenki selektsionnogo materiala. – Kiev: Naukova dumka, 1986. – S. 63-93.
5. Strizhova F.M., Strizhov V.M. Otsenka adaptivnykh svoistv iarovoi pshenitsy po kachestvu zerna s ispolzovaniem matematiko-statisticheskikh metodov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik statei: v 3 kn. / IV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (5-6 fevralia 2009 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – Kn. 2. – S. 3-6.
6. Sapega, V.A. Produktivnost i parametry stabilnosti sortov kormovogo gorokha / V.A. Sapega // Agroprodovolstvennaia politika Rossii. – 2015. – T. 10. – S. 47–49.
7. Khangildin, V.V. Gomeostatichnost i struktura urozhaia zerna u sortov iarovoi pshenitsy v usloviakh Bashkirii // Fiziologicheskie i biokhimicheskie aspekty geterozisa i gomeostaza rastenii. – Ufa, 1976. – S. 210-230.
8. Eberhart, S.A., Russell, W.A. (1966) Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6, 36-40. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>.
9. Eremina, I.G. Izmenenie svoistv chernozemov Khakasii pri dlitelnom selskokhoziaistvennom ispolzovanii / I.G. Eremina. – Novosibirsk: Ros. Akad. s.-kh. nauk. GNU NIIAP Khakasii, 2010. – 135 s.
10. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
11. Ushkorenko V.A. Dispersionnyi analiz dannykh chetyrekhfaktornogo polevogo opyta / V.A. Ushkorenko // Agrokhimiiia. – 1975. – No. 12. – S. 21-130.
12. Akimova O.I., Akimov D.N. Ispolzovanie statisticheskikh metodov obrabotki opytnykh dannykh pri vypolnenii studencheskikh nauchnykh rabot // Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova. – 2016. – No. 18. – S. 76-78.
13. Zykin, V.A. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti selskokhoziaistvennykh rastenii / V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Iusov. – Ufa: Izd-vo Bashkirskogo GAU, 2005. – 44 s.
14. Zykin, V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti selskokhoziaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapega. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.



УДК 630.114:631.436:630 (571.15)  
DOI: 10.53083/1996-4277-2023-222-4-41-46

**С.В. Макарычев**  
**S.V. Makarychev**

## ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ДЕКОРАТИВНОЙ СИРЕНИ

### THERMAL PROPERTIES AND WATER REGIME OF LEACHED CHERNOZEM UNDER ORNAMENTAL LILAC PLANTATIONS

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва, сирень Майера, температура, теплопроводность, теплопоток, влагосодержание, влагозапасы, дефицит влаги.

**Keywords:** soddy-podzolic soil, Meyer lilac (*Syringa meyeri*), temperature, thermal conductivity, heat flux, moisture content, moisture storage, moisture deficit.