

2. Фенольные соединения: свойства, активность, инновации // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: сборник материалов X Международного симпозиума, Москва, 14-19 мая 2018 г. – Москва, 2018. – 625 с.

3. Вершинин, В. И. Определение суммарного содержания фенольных антиоксидантов в модельных смесях по методу Фолина-Чокальтеу и по методу FRAP / В. И. Вершинин, Е. В. Белова. – Текст: непосредственный // Аналитика и контроль. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 314-322.

4. Сравнительная антиоксидантная активность экстрактов растений семейства яснотковых / Г. Н. Тураева, К. К. Мирзорахимов, М. Б. Шарипова, Т. Д. Гиесов. – Текст: непосредственный // Достижения современной биохимии: теоретические и прикладные аспекты: материалы Республиканской конференции. – Душанбе, 2016. – С. 31-33.

5. Методы выделения и анализа флавоноидов высших растений и исследования их активности в отношении ризобактерий / С. А. Коннова, М. В. Канаевский, З. О. Алиева, Е. П. Шувалова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. – 31 с. – С. 12-15. – Текст: непосредственный.

6. Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>.

7. Гребенникова, О. А. Биологически активные вещества *Mentha longifolia* L. / О. А. Гребенникова, А. Е. Палий, В. Д. Работягов. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 146. – С. 146-152.

## References

1. Ludan V. V. Polskaia L. V. Rol antioksidantov v zhiznedeiatelnosti organizma // Tavricheskii mediko-biologicheskii vestnik. – 2019. – Т. 22. – No. 3. – S. 86-92.

2. Fenolnye soedineniia: svoistva, aktivnost, innovatsii // Sbornik nauchnykh statei po materialam Mezhdunarodnogo simpoziuma «Fenolnye soedineniia: fundamentalnye i prikladnye aspekty». – Moskva: Kollektiv avtorov, 2018. – Т. 1.

3. Vershinin V.I., Belova E.V. Opredelenie summarnogo soderzhaniia fenolnykh antioksidantov v modelnykh smesiakh po metodu Folina-Chokalteu i po metodu FRAP // Analitika i kontrol. – 2019. – Т. 23. No. 3.

4. Turaeva G.N., Mirzorakhimov K.K., Sharipova M.B., Giesov T.D. Sravnitelnaia antioksidantnaia aktivnost ekstraktov rastenii semeistva iasnotkovykh // Materialy Respublikanskoi konferentsii «Dostizheniia sovremennoi biokhimii: Teoreticheskie i prikladnye aspekty». – Dushanbe, 2016. – S. 31-33.

5. Konnova S.A., Kanaevskii M.V., Alieva Z.O., Shuvalova E.P. Metody vydeleniia i analiza flavonoidov vysshikh rastenii i issledovaniia ikh aktivnosti v otnoshenii rizobakterii. – Izd-vo Sarat. un-ta, 2015. – S. 12-15.

6. Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412–422. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>.

7. Grebennikova O.A., Pali A.E., Rabotia-gov V.D. Biologicheski aktivnye veshchestva *Mentha longifolia* L // 7997. Sbornik nauchnykh trudov GNBS. – 2018. – Т. 146.



УДК 631.436.3(571.15)

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-22-28

С.В. Макарычев, Т.В. Тихонова

S.V. Makarychev, T.V. Tikhonova

## ВЛАЖНОСТЬ И ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В АГРОЦЕНОЗЕ ИРИСОВ

### MOISTURE CONTENT AND THERMAL PROPERTIES OF GRAY FOREST SANDY LOAM SOIL IN IRIS AGROCENOSIS

**Ключевые слова:** серая лесная почва, влажность, теплоемкость, температуропроводность, теплопроводность.

**Keywords:** gray forest soil, moisture content, thermal capacity, thermal diffusivity, thermal conductivity.

Целью исследований явилось изучение взаимосвязей между теплофизическими свойствами и влажностью серой лесной супесчаной агропочвы, трансформированной длительным использованием, связанным с орошением, под насаждением ирисов бородатых. В 2023 г. почва вышла из-под зимы с низким влагосодержанием. Так, в пахотном горизонте было накоплено только 13,8 мм, что соответствовало уровню «удовлетворительных» (по шкале А.Ф. Вадюниной) продуктивных запасов влаги (ПЗВ). При этом в оподзоленном горизонте ПЗВ оказались нулевыми. К концу июня количество продуктивной влаги в 65-сантиметровом слое возросло только на 5 мм, а в августе вновь упало до 11,7 мм, т.е. до состояния «плохих» даже для супесчаной почвы. Только к началу октября все вернулось к исходному увлажнению. В соответствии с увлажнением динамично изменялись в течение вегетации и теплофизические коэффициенты (ТФК). Температуропроводность серой лесной почвы оставалась постоянной –  $0,64 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Коэффициент теплопроводности также был подвержен слабым колебаниям. Лето 2024 г. жарким было только в июле, а во второй половине августа и весь сентябрь выпадали интенсивные осадки, которые обусловили повышенную влажность почвенного профиля. Так, ПЗВ в пахотном слое в мае составили 34,1 мм, а в сентябре – 58,0 мм. В результате резко выросли коэффициенты теплоаккумуляции и теплопередачи, которые в пахотном слое оказались равными  $3,21 \times 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup> К) и 1,85 Вт/(м К) соответственно. В то же время в нижележащих горизонтах как влажность, так и теплофизические показатели оставались невысокими, тем не менее продуктивные влагозапасы в корнеобитаемом слое (0-65 см) соответствовали уровню «хороших».

The research goal was to study the relationship of the thermophysical properties and moisture content of gray forest sandy loam agricultural soil transformed by long-term use associated with irrigation under bearded iris planting. In 2023, the soil emerged from winter with low moisture content. Only 13.8 mm was accumulated in the arable horizon which corresponded to “satisfactory” level (according to the A.F. Vadyunina scale) of available moisture storage. At the same time, in the podzolized horizon, the available moisture storage was zero. By the end of June, the amount of available moisture storage in the 65 cm layer increased by 5 mm only, and in August it fell again to 11.7 mm, i.e. to the state of “bad” even for sandy loam soil. Only by the beginning of October everything returned to the original moisture content. In accordance with moisture, the thermal physical coefficients also changed dynamically during the growing season. The thermal diffusivity of the gray forest soil remained constant and equal to  $0.64 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup> s. The thermal conductivity coefficient was also subject to slight fluctuations. The summer of 2024 was hot only in July, and in the second half of August and throughout September there was intense precipitation which caused increased moisture content in the soil profile. Thus, the available moisture storage in the arable layer in May was 34.1 mm, and in September even 58.0 mm. As a result, the heat accumulation and heat transfer coefficients increased sharply which in the arable layer were equal to  $3.21 \times 10^6$  J (m<sup>3</sup> K) and 1.85 W (m K), respectively. At the same time, in the underlying horizons, both moisture content and thermal physical indices remained low. However, available moisture storage in the root zone (0-65 cm) corresponded to the “good” level.

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

**Тихонова Татьяна Владимировна**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: fpo@mail.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

**Tikhonova Tatyana Vladimirovna**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: fpo@mail.ru.

### Введение

**Ирисы** (Iris) как представители цветочных культур относятся к травянистым многолетникам с ветвящейся корневой системой, разрастающейся в поверхностном почвенном горизонте. Их листва светло-зеленая вытянутая в верхней части собрана в веерообразные пучки. Цветоносы высокие (80-100 см), образующие чаще всего соцветия из нескольких цветков. Одним из представителей цветочной культуры является ирис сибирский (Iris sibirica) с листом до 80 см длины. Цветки разнообразной окраски, но преимущественно сине-фиолетовые [1, 2]. Исключительно морозостойкий. Культура светолюбива, поэтому хорошо растет на солнеч-

ном безветренном участке. Требуется к окультуренным плодородным супесчаным или легкосуглинистым почвам. Ирисы бородатые негативно реагируют на переувлажнение.

В настоящее время экспериментальные данные по тепловым свойствам и водно-температурным почвенным режимам в агроценозах ирисов отсутствуют. В этой связи нами была поставлена **цель** – изучение микроклимата, формирующегося под насаждениями ирисов бородатых в профиле серой лесной агропочвы, трансформированной длительным использованием [3]. Экспериментальный участок расположен в нагорной части г. Барнаула, приуроченной к лесостепной зоне Алтайского края. Он

защищен от ветра и характеризуется высокой инсоляцией. Культура ирисов высажена рядами с 30-сантиметровым расстоянием и 80-сантиметровыми междурядьями. Капельное орошение проводилось бессистемно.

### Объекты и методы

Объект исследования – серая лесная супесчаная трансформированная длительным использованием агропочва под насаждениями ирисов бородатых. Работа выполнена в соответствии с концепцией системного подхода [4] с учетом традиционного для почвенной науки профилно-сравнительного и морфологического методов. В процессе экспериментального получения данных по теплофизическим коэффициентам применена лабораторная установка импульсного метода плоского нагревателя [5, 6], а также методика С.В. Макарычева [7], основанная на использовании базы теплофизических данных для почвенного покрова разного генезиса на территории Алтайского края. Температура измерялась в естественных условиях электротермометрами [8, 9] в сезонном цикле через каждые три часа, а влажность – термостатно-весовым способом [10].

### Результаты исследований

Климатические особенности лесной зоны благоприятны для произрастания травянистой растительности. При переходе от европейской к азиатской части России имеет место нарастание континентальности климата, снижение уровня теплообеспеченности, что приводит к сокращению вегетационного периода. Западно-Сибирская провинция характеризуется равнин-

ным рельефом с расчленением и дренированностью приречных долин. Почвообразующие породы представлены лессовидными суглинками. На этой территории сформировались черноземы, а также серые лесные почвы, главным морфологическим признаком которых является заметное расслоение верхнего слоя на два горизонта: гумусовый  $A_1$  и гумусово-оподзоленный  $A_1A_2$ , в разной степени окрашенный органическим веществом и белесой присыпкой мелкого кварца и полевых шпатов. Ниже расположен иллювиальный горизонт В, с присыпкой и коричнево-бурой (красноватый песок) окраской. Слабо выражен переход в серо-песчаную почвообразующую породу, содержащую некоторое количество карбонатов в виде прожилок.

Сортоиспытательный участок с ирисами бородатыми находится в понижении, со всех сторон защищенном от ветра лесополосами. Организовано капельное бесконтрольное орошение. Серая лесная почва представлена супесчаной разновидностью (табл. 1).

Результаты исследований дисперсности серой лесной почвы, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о ее супесчаной природе, на что указывает количество глинистой фракции генетических горизонтов. Подстилающие почвенные слои представлены связным песком. Здесь больше крупных и средних песчаных частиц, содержание которых доходит до 80%. В верхней части профиля их число чуть более 50%, но преобладает крупная пыль. Максимум ила сосредоточено в переходном и иллювиальном горизонтах (более 7%), а минимум – в почвообразующей породе.

Таблица 1

*Гранулометрический состав серой лесной почвы в агроценозе цветочных культур*

Горизонт	Глубина, см	Размер фракций, мм, содержание фракций, %						
		1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001	<0,01
$A_{1n}$	0-20	22,55	31,21	28,12	7,32	5,40	5,40	18,1
$A_1A_2$	20-30	33,89	20,51	25,84	6,36	6,24	7,16	19,76
В	30-50	61,78	20,10	6,64	1,32	2,20	7,96	11,48
BC	50-65	56,02	23,66	11,08	2,28	1,76	5,20	9,24
С	>65	57,69	24,55	9,32	2,08	2,40	3,96	8,44

Данные таблицы 2 характеризуют общие физические свойства серой лесной почвы, к которым относятся плотность сложения, порозность и наличие органики. Плотность твердой фазы для верхних горизонтов соответствует 2,5, для нижних – 2,7 г/см<sup>3</sup>.

Плотность сложения почвенного профиля с глубиной постепенно возрастает с 1,15 в пахотном слое до 1,57 г/см<sup>3</sup> в горизонте С, а общая порозность при уплотнении почвы снижается, как и содержание органического вещества.

Таблица 2

**Общие физические свойства серой лесной почвы**

Горизонт	Глубина, см	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Порозность, %	Гумус, %
A <sub>1п</sub>	0-20	1,15	52,3	4,5
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	20-30	1,21	51,5	3,7
B	30-50	1,45	46,2	1,2
BC	50-65	1,54	43,1	0,3
C	>65	1,57	42,3	-

Таблица 3

**Влажность завядания (ВЗ), наименьшая (НВ) и полная влагоемкость (ПВ) серой лесной почвы**

Горизонт	Глубина, см	ВЗ, %	НВ, %	ПВ
A <sub>1п</sub>	0-20	5,67	9,86	43,33
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	20-30	5,79	10,59	42,90
B	30-50	4,66	8,33	31,72
BC	50-65	3,89	7,23	27,92
C	>65	3,37	5,75	26,75

В таблице 3 содержатся значения водно-физических констант почвенного профиля.

Все водные показатели при переходе от пахотного слоя к почвообразующей породе уменьшаются в зависимости от величины порового пространства

Представлены характеристики относительной влажности и теплофизических коэффициентов серой лесной почвы в течение вегетации 2023 г. (табл. 4, 5).

Под воздействием атмосферных осадков, явлений десукции и транспирации влажность почвы наряду с теплофизическими показателями претерпевает в течение вегетации разнообразные изменения (табл. 4). Анализ данных показывает, что почва вышла из зимы с малым запасом влаги. Особенно заметно это в оподзоленном горизонте, в котором ПЗВ оказались нулевыми. В целом в слое 0-65 см для оптимального развития растений, чтобы увлажнение было на уровне «хорошего», должно содержаться 106 мм влаги [10]. Но реальное количество воды в нашем случае равно 34,3 мм, хотя даже для супеси этого недостаточно. Также и в пахотном горизонте накоплено только 13,8 мм, что соответствует уровню «удовлетворительных» ПЗВ. К концу июня влагозапасы в 65-сантиметровом слое возросли на 5 мм, а в августе упали до 11,7 мм, т.е. до состояния «плохих». Только к началу октября все вернулось к исходному увлажнению.

В соответствии с этим динамично изменялись в течение вегетации и теплофизические коэффициенты (ТФК). Так, пределы варьирования объемной теплоемкости в мае составили 21,0%, июне – 8,7, августе – 10,9 и, наконец, в начале октября – 5,9%. Температуропроводность серой почвы практически оставалась постоянной и равной  $0,64 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Значительные изменения этого показателя возможны только в более широком диапазоне увлажнения. Коэффициент теплопроводности также был подвержен слабым колебаниям: май – 23,0%, июнь – 7,2, август – 11,0 и октябрь – 4,8%. Последние значения мало отличаются от погрешности эксперимента, которая для полевых исследований может превышать 10%.

Результаты наблюдений в 2024 г. приведены в таблице 5, где представлены начало и конец вегетации.

Сразу нужно отметить, что лето 2024 г. жарким было только в июле, а во второй половине августа и весь сентябрь выпадали интенсивные осадки, которые обусловили повышенную влажность почвенного профиля по сравнению с 2023 годом. Так, ПЗВ в пахотном слое в мае составили 34,1 мм, а в сентябре – даже 58,05 мм. В результате резко выросли коэффициенты теплоаккумуляции и теплопередачи, которые в сентябре оказались равными  $3,21 \times 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup> К) и 1,85 Вт/(м К) соответственно. В то же время в нижележащих горизонтах как влажность, так и теплофизические показате-

тели оставались невысокими. Тем не менее продуктивные влагозапасы в целом в слое

0-65 см соответствовали уровню «хороших», достигнув 100 мм.

Таблица 4

**Влажность ( $U$ ), объёмная теплоёмкость ( $C_p$ ), температуропроводность ( $a$ ) и теплопроводность ( $\lambda$ ) серой лесной почвы под насаждениями ирисов. ПЗВ – продуктивные запасы влаги (2023 г.)**

Горизонт	$U$ , %	ПЗВ, мм	$C_p$ , $10^6$ Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	$a$ , $10^{-6}$ м <sup>2</sup> /с	$\lambda$ , Вт/(м·К)
17.05					
A <sub>1n</sub>	7,35	13,87	2,13	0,64	1,41
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	6,20	0,50	2,08	0,63	1,38
AB	7,06	6,96	2,12	0,64	1,40
B	9,51	12,98	2,24	0,64	1,50
C	1,76	$\Sigma_{0-65} = 34,3$	1,85	0,60	1,22
29.06					
A <sub>1n</sub>	8,97	7,59	2,21	0,64	1,45
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	9,50	4,50	2,24	0,64	1,47
AB	9,40	13,75	2,24	0,64	1,46
B	9,87	13,81	2,26	0,64	1,48
C	6,22	$\Sigma_{0-65} = 39,7$	2,08	0,63	1,38
09.08					
A <sub>1n</sub>	6,86	2,74	2,11	0,63	1,40
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	7,39	1,94	2,13	0,64	1,41
AB	7,38	7,89	2,13	0,64	1,41
B	3,51	-0,88	1,94	0,61	1,29
C	3,00	$\Sigma_{0-65} = 11,7$	1,92	0,61	1,27
05.10					
A <sub>1n</sub>	11,37	0,70	2,33	0,64	1,51
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	10,32	5,49	2,28	0,64	1,49
AB	9,48	13,98	2,24	0,64	1,47
B	10,59	15,47	2,29	0,64	1,49
C	8,63	$\Sigma_{0-65} = 35,6$	2,20	0,64	1,44

Примечание.  $HCP_{U0,5} > F_{\phi} = 3,8\%$ ;  $HCP_{Cp} > F_{\phi} = 3,4\%$ ;  $HCP_{a0,5} > F_{\phi} = 2,9\%$ ;  $HCP_{\lambda0,5} > F_{\phi} = 4,6\%$ .

Таблица 5

**Влажность ( $U$ ), объёмная теплоёмкость ( $C_p$ ), температуропроводность ( $a$ ) и теплопроводность ( $\lambda$ ) серой лесной почвы под насаждениями ирисов. ПЗВ – продуктивные запасы влаги (2024 г.)**

Горизонт	$U$ , %	ПЗВ, мм	$C_p$ , $10^6$ Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	$a$ , $10^{-6}$ м <sup>2</sup> /с	$\lambda$ , Вт/(м·К)
26.06					
A <sub>1n</sub>	15,00	34,1	2,62	0,63	1,61
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	12,30	14,88	2,38	0,64	1,53
AB	8,27	23,98	2,18	0,64	1,44
B	9,36	21,62	2,23	0,64	1,46
C	6,47	$\Sigma_{0-65} = 94,6$	2,09	0,63	1,38
12.09					
A <sub>1n</sub>	25,24	58,05	3,21	0,64	1,85
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	10,97	13,27	2,24	0,64	1,47
AB	5,04	14,62	2,24	0,64	1,46
B	7,53	16,38	2,26	0,64	1,48
C	12,00	$\Sigma_{0-65} = 102,3$	2,08	0,63	1,38

Примечание.  $HCP_{U0,5} > F_{\phi} = 4,8\%$ ;  $HCP_{Cp} > F_{\phi} = 4,4\%$ ;  $HCP_{a0,5} > F_{\phi} = 3,7\%$ ;  $HCP_{\lambda0,5} > F_{\phi} = 4,5\%$ .



### Выводы

1. В 2023 г. почва вышла из-под зимы с низким влагосодержанием. Так, в пахотном горизонте было накоплено только 13,8 мм, что соответствовало уровню «удовлетворительных» ПЗВ (по шкале А.Ф. Вадюниной). При этом в оподзоленном горизонте они оказались нулевыми. К концу июня количество продуктивной влаги в 65-сантиметровом слое возросло только на 5 мм, а в августе вновь упало до 11,7 мм, т.е. до состояния «плохих». Только к началу октября все вернулось к исходному увлажнению.

2. В соответствии с увлажнением динамично изменялись в течение вегетации и теплофизические коэффициенты (ТФК). Так, пределы варьирования объемной теплоемкости в мае составили 21,0%, июне – 8,7, августе – 10,9 и, наконец, в начале октября – 5,9%. Температуропроводность серой почвы оставалась постоянной и равной  $0,64 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Коэффициент теплопроводности также был подвержен слабым колебаниям.

3. Лето 2024 г. жарким было только в июле, а во второй половине августа и весь сентябрь выпадали интенсивные осадки, которые обусловили повышенную влажность почвенного профиля. В результате запасы продуктивной влаги в пахотном слое в мае составили 34,1 мм, а в сентябре – 58,0 мм. В результате резко выросли коэффициенты теплоаккумуляции и теплопередачи, которые оказались равными  $3,21 \times 10^6$  Дж/(м<sup>3</sup> К) и 1,85 Вт/(м К) соответственно. В то же время в нижележащих горизонтах как влажность, так и теплофизические показатели оставались невысокими. Тем не менее продуктивные влагозапасы в корнеобитаемом слое 0-65 см соответствовали уровню «хороших».

### Библиографический список

1. Достижения в интродукции и селекции декоративных растений на юге Западной Сибири / З. В. Долганова, Л. А. Клементьева, О. В. Мухина [и др.]. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 24-28.
2. Бородич, Г. С. Особенности агротехники бородатых ирисов в связи с их физиологией / Г. С. Бородич, Л. И. Белякова. – Минск: Колоград, 2018. – 96 с. – Текст: непосредственный.
3. Долганова, З. В. Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири / З. В. Долганова.

– Новосибирск, 2002. – 232 с. – Текст: непосредственный.

4. Воронин, В. Д. Структурно-функциональная агрофизика почв / В. Д. Воронин. – Москва: Изд-во МГУ, 1984. – 203 с. – Текст: непосредственный.

5. Макарычев С.В., Лебедева Л.В. Теплофизическая характеристика генетических горизонтов серых лесных и дерново-подзолистых почв / С. В. Макарычев, Л. В. Лебедева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 9 (155). – С. 43-47.

6. Болотов, А. Г. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, А. А. Левин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3 (7). – С. 20-22.

7. Макарычев, С. В. Теплофизические свойства почв Юго-Западной Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Макарычев Сергей Владимирович. – Москва, 1993. – 36 с. – Текст: непосредственный.

8. Болотов, А. Г. Измерение температуры почвы с помощью технологии I-WIRE / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11 (97). – С. 29-30.

9. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / А. Г. Болотов, Е. В. Шейн, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

10. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Dolganova Z.V. Dostizheniia v introduktsii i selektsii dekorativnykh rastenii na iuge Zapadnoi Sibiri / Z.V. Dolganova, L.A. Klementeva, O.V. Mukhina i dr. // Dostizheniia nauki i tekhniki APK. – 2013. – No. 7. – S. 24–28.
2. Borodich G.S. Osobennosti agrotekhniki borodatykh irisov v svyazi s ikh fiziologiei / G.S. Borodich, L.I. Belyakova. – Minsk: Kolograd, 2018. – 96 s.
3. Dolganova Z.V. Biologiya i introduktsiia tsvetochno-dekorativnykh kornevishchnykh mno-

goletnikov v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 2002. – 232 s.

4. Voronin V.D. Strukturno-funktsionalnaia agrofizika pochv. – Moskva: Izd-vo MGU, 1984. – 203 s.

5. Makarychev S.V., Lebedeva L.V. Teplofizicheskaia kharakteristika geneticheskikh gorizontov serykh lesnykh i derno-podzolistykh pochv // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 9 (155). – S. 43-47.

6. Bolotov A.G. Avtomatizirovannaia sistema dlia issledovaniia teplofizicheskikh kharakteristik pochv / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, A.A. Levin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 3 (7). – S. 20-22.

7. Makarychev, S. V. Teplofizicheskie svoystva pochv Iugo-Zapadnoi Sibiri: spetsialnost 06.01.03

"Agrofizika": avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora biologicheskikh nauk / Makarychev Sergei Vladimirovich. – Moskva, 1993. – 36 s.

8. Bolotov, A.G. Izmerenie temperatury pochvy s pomoshchiu tekhnologii 1-Wire / A.G. Bolotov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 11 (97). – S. 29-30.

9. Bolotov A.G. Opredelenie profilnogo raspredeleniia temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti / A.G. Bolotov, E.V. Shein, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.

10. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoystv pochvy / A.F. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.



УДК 63.631.8.631.454

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-28-33

Н.В. Акулинин

N.V. Akulinin

## ВЛИЯНИЕ ДИАММОФОСКИ НА ФОНЕ СУЛЬФАТА АММОНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

### INFLUENCE OF COMPOUND NPK FERTILIZER AGAINST SULFATE AMMONIUM BACKGROUND ON YIELD AND QUALITY OF LINSEED FLAX SEEDS

**Ключевые слова:** лен масличный, сульфат аммония, диаммофоска, урожайность, сырая зола, сырая клетчатка, чернозем выщелоченный, белок, масло.

В Центральной природно-экономической зоне Алтайского края в пашне преобладают выщелоченные черноземы от низкой до повышенной обеспеченности азотом, высокой – фосфором и от низкой до высокой – обменным калием. Погодные условия в период проведения исследований характеризовались резкими колебаниями температур и выпадением осадков. Лен масличный характеризуется повышенными требованиями к минеральному питанию, особенно в критические фазы развития – «елочка» и быстрого роста. В эти периоды наблюдается максимальное потребление элементов питания, в первую очередь азота. Для оптимизации азотного режима в начальные фазы развития рекомендуется внесение стартовых доз азотных удобрений в виде сульфата аммония и диаммофоски, что обеспечивает растения доступными формами азота и способствует нормальному прохождению критических фаз роста и развития без негативных последствий для формирования урожая. Возделывание льна масличного сорта Северный в условиях Центральной

природно-экономической зоны по традиционным технологиям возделывания культур, при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{42}S_{48}$ ,  $N_{55}P_{26}K_{26}S_{48}$  и  $N_{57}P_{39}K_{36}S_{48}$  повышается урожайность семян с 1,44 т/га на контроле до 1,56-1,78 т/га, или на 8,5-14,6%. Данные удобрения способствуют большему накоплению белка и масла в семенах: 17,7-20,7 и 49,4-50,1% против 20,0 и 48,0% на контроле соответственно. В среднем за 3 года сбор белка составил 0,311-0,357 ц/га при 0,290 ц/га на контроле. Выход масла в среднем варьировал от 0,806 до 0,943 ц/га при 0,737 ц/га на контроле. Содержание сырой золы и сырой клетчатки не превышает установленные нормативы по питательности.

**Keywords:** linseed flax, ammonium sulfate, compound NPK fertilizer (diammophoska), yielding capacity, crude ash, crude fiber, leached chernozem, protein, oil.

In the Central natural-economic zone of the Altai Region, leached chernozems with low to increased nitrogen content, high phosphorus content and low to high exchangeable potassium content predominate in arable land. The weather conditions during the study period were characterized by sharp temperature fluctuations and pre-