

Урожайність та якість зерна сортів вівса посівного (*Avena sativa* L.) за вирощування на чорноземах типових

С. М. Каленська*, Р. В. Федів

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, *e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com

Мета. Встановити потенціал урожайності та якості зерна сортів вівса посівного (*Avena sativa* L.) залежно від живлення й погодних умов. **Методи.** Під час досліджень використовували польові, лабораторні (визначення якості зерна) та статистичні методи. **Результати.** Застосовуючи різні системи удобрення, дослідили сім сортів вівса посівного, найурожайнішими серед яких виявились 'Айворі', 'Легінь Носівський' і 'Зака́т'. Найбільший приріст урожаїв від використання добрив у 2022–2023 рр. (1,24–2,73 т/га за середніх приростів 0,32–2,83 т/га) спостерігали за вирощування сорту 'Айворі'. Додаткові прирости завдяки внесенню сірки, як порівняти з варіантами, де застосовували лише азот, фосфор і калій, отримано в сортів 'Нептун' – 0,26–0,39 т/га; 'Легінь Носівський' – 0,47–0,49; 'Світанок' – 0,23–0,66; 'Зака́т' – 0,39–0,64; 'Зубр' – 0,41–0,54; 'Альбатрос' – 0,58–0,78; 'Айворі' – 0,34–0,66 т/га. Середня врожайність контрольних варіантів у 2021–2023 рр. була такою: 2,28 т/га – 'Нептун'; 2,64 – 'Легінь Носівський'; 2,50 – 'Світанок'; 2,70 – 'Зака́т'; 2,71 – 'Зубр'; 2,60 – 'Альбатрос'; 2,81 т/га – 'Айворі'. Підвищення норми елементів живлення, що вносять у ґрунт, сприяло поліпшенню якості зерна. Так, за умови додавання $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}BBCH_{32}$ вміст протеїну в зерні був у межах 10,2–10,8%; $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}BBCH_{32}$ – 10,4–11,2; $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}BBCH_{32}$ – 11,0–11,8; $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}BBCH_{32}$ – 11,4–12,4%. Додаткове внесення сірки в систему удобрень зумовило ефективніше використання азоту, а тому й збільшення частки білка в зерні на 1,3–1,8%, порівнюючи з варіантами, в яких норма макроелементів була однаковою для всіх сортів. Вміст альбумінів і глобулінів був вищим у зерні контрольного варіанта (17,0–19,3 та 20,1–21,6% відповідно), змінюючись несуттєво між сортами. Кількість запасних білків – проламінів і глютелінів – збільшувалася (від 28,4–30,2 до 34,8–36,2% відповідно) з підвищенням норми добрив, зокрема за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}S_{45} + N_{30}$. **Висновки.** Всі досліджені сорти вівса є високопродуктивними та залежно від норм добрив формують врожаї на рівні 3,33–5,54 т/га. Сорт 'Нептун' дещо поступається іншим за врожайністю, втім має зерно зі значним вмістом біологічно цінних фракцій білка. Внесення сірковмісних добрив забезпечує збільшення врожайності, поліпшення якості зерна та ефективніше використання азоту, що дає змогу знижувати базову норму додавання в ґрунт макроелементів.

Ключові слова: врожайність; сорт; сірковмісні добрива; макроелементи; протеїн; фракції білка.

Вступ

Овес посівний (*Avena sativa* L.) є важливою для людей, тварин і доквілля культурою [1–3]. Він поширений у регіонах з вологим кліматом та прохолодним літом, але краще ніж більшість зернових витримує і сухі умови [4–6]. Вважають, що овес менш вибагливий до ґрунту, оскільки використовує вологу з глибоких його горизонтів і поживні елементи з менш розчинних форм

завдяки добре розвинутій, ліпшій ніж у жита, ячменю та пшениці, кореневій системі [7]. Сорти вівса мають високу адаптивну здатність [8–10] та можуть формувати високоякісне зерно за різних умов вирощування [11–13]. Водночас сорти плівчастого різновиду характеризуються харчовою та кормовою цінністю [14–17].

Систему удобрення вівса досліджують недостатньо навіть попри її важливу роль у формуванні врожайності та якості зерна [18–20]. Втім, вносячи лише макроелементи, не завжди можливо забезпечити високий рівень реалізації потенціалу сортів [22]. Сірка – складник усіх рослинних білків і низки фітогормонів. Оптимальне забезпечення нею рос-

Svitlana Kalenska
<https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>
 Roman Fediv
<https://orcid.org/0009-0006-8946-358X>

лин гарантує функціонування в їхніх тканинах ферментів, синтез якісного рослинного білка й амінокислот. Без цього елемента ріст і розвиток сортів вівса неможливі, а його нестача лімітує використання доступного азоту, що зумовлює зниження врожайності й погіршення якості зерна [23, 24].

Мета досліджень – встановити потенціал урожайності та якості зерна сортів вівса посівного (*Avena sativa* L.) залежно від живлення й погодних умов.

Матеріали та методика досліджень

Польові дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Васильківський р-н, Київська обл.). Ця територія, відповідно до природно-кліматичного районування України, належить до зони Північного Лісостепу, Середньодніпровсько-Бузького природного округу, Фастівського району.

Ґрунтовий покрив господарства дослідної станції складається з декількох ґрунтових різновидностей. Найголовнішими з них є типові малогумусні, крупнопилувато-середньосуглинкові за гранулометричним складом чорноземи, на яких розташована переважна більшість полів сівозміни. Ґрунти цього типу добре гумусовані, тому мають темне забарвлення й значну глибину, досить оструктурені. Вони багаті на поживні елементи, їхні фізичні та механічні якості сприятливі для вирощування культурних рослин. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,4%; рН – 6,8–7,3; ємність вбирання – 30,7–32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Отже, ґрунтова відміна є типовою для зони Лісостепу та займає 54,6% її території.

Чорнозем типовий малогумусний характеризується значним вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. За вмістом у шарі глибиною 0–20 см легкогідролізованого азоту (7,6 мг на 100 г) ґрунт є малозабезпеченим; рухомого фосфору (10,0 мг на 100 г) – середнім; обмінного калію (7,8 мг на 100 г) – середньозабезпеченим. Частка загального азоту в шарі 0–20 см становить 0,21%.

Польові дослідні заклади відповідно до схеми, представленої в таблиці 1, лабораторні проводили в навчально-науковій лабораторії «Аналітичні дослідження в рослинництві» кафедри рослинництва НУБіП України.

Схема польового досліді

Сорт – фактор А	Удобрення – фактор В	
	НРК*	S
‘Нептун’ (контроль)	Контроль	–
‘Легінь Носівський’	$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	–
‘Світанок’	$N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$	–
‘Закат’	$N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}$	–
‘Зубр’	$N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$	–
‘Альбатрос’	$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	11,25
‘Айворі’	$N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$	22,5
	$N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}$	33,75
	$N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$	45,0

*Підживлення N_{30} проводили на всіх варіантах, окрім контролю, у мікростадії ВВСН 32.

Для дослідження обрали сорти вівса посівного вітчизняної селекції, виведені селекціонерами Носівської селекційно-дослідної станції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. А саме: ‘Нептун’ (рік реєстрації – 2005), ‘Легінь Носівський’ (2018), ‘Світанок’ (2016), ‘Закат’ (2009) і ‘Зубр’ (2018). Також вивчали два сорти іноземної селекції – ‘Альбатрос’ (KWS, Німеччина; рік реєстрації – 2019) та ‘Айворі’ (Заатен-Уніон ГмБХ, Німеччина; рік реєстрації – 2011). Контрольним був широко поширений у виробництві та найстаріший серед досліджуваних сорт ‘Нептун’. У процесі сівби використовували базове насіння, отримане від установ-оригінаторів.

Відповідно до схеми досліді, вносили мінеральне добриво «Поліфоска 8» з вмістом елементів живлення $N_{8}P_{24}K_{24}S_{9}$. За його додавання вирівнювали дозу азоту, вносячи «Аміачну селітру», або нітрат амонію (сумарний вміст азоту – 34,4%). Це добриво також використовували для проведення підживлення азотом на мікростадії ВВСН 31–32, що відповідає фазі початку виходу в трубку.

Площа облікової ділянки становила 25 м² за чотириразового повторення. Розміщення варіантів систематичне. Норма висіву – 4,5 млн схожих насінин/га. Сівбу здійснювали за настання технологічної стиглості ґрунту: 1 квітня 2021 р., 5 квітня 2022 р. та 22 березня 2023 року.

Закладання дослідів, оцінювання матеріалу, фенологічні спостереження та біометричні вимірювання рослин, збирання врожаю виконували відповідно до «Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні».

Урожайність основної та побічної продукції визначали поділянково, методом суцільного обліку, відбираючи середню пробу зерна для встановлення вологи, фізичних і хіміч-

них показників його якості. Одержану масу зерна вівса перелічували на врожай з 1 га, враховуючи засміченість і вологість у перерахунку на 14% вологості. Перед обмолочуванням відбирали «пробний сніп» з одного погонного метра кожного варіанта для визначення структури врожаю. Польові дослідження здійснювали відповідно до методик дослідної справи [24, 25].

Для порівняльного аналізу погодних умов років проведення досліджень розраховували коефіцієнти суттєвості відхилень (K_c) елементів агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних, використовуючи формулу:

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma}$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень; X_i – елементи поточної погоди; \bar{X} – показник середньої багаторічної величини; σ – середнє квадратичне відхилення. Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає такій градації: $K_c < 1$ – умови, наближені до звичайних; $K_c = 1,2$ – умови, що суттєво відрізняються від середніх багаторічних; $K_c > 2$ – умови, наближені до рідкісних [26].

Якість зерна визначали в лабораторії «Аналітичні дослідження в рослинництві» кафедри рослинництва НУБіП України, використовуючи метод інфрачервоної спектрометрії, на приладі «Infratec 1241 FOSS». Для аналізування з кожного окремого варіанта відбирали очищену пробу зерна, яку поміщали в кювет. Його вставляли у прилад і після «сканування» отримували дані щодо вмісту в зерні протеїну. Фракційний склад білків з'ясовували за методикою Осборна [27].

Математичне оброблення результатів дослідження проводили, застосовуючи програмний пакет Statistica 10.

Результати досліджень

Для порівняльного аналізу погодних умов років проведення досліджень, які різнилися за середньодобовими температурами та кількістю опадів, було розраховано коефіцієнти суттєвості відхилення показників від багаторічних даних.

Середньодобова температура у 2021–2023 рр. переважно відповідала усередненим багаторічним даним, втім значно перевищувала їх у 12 декадах (16,7%) і суттєво знижувалася в 11 (15,3%) (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти суттєвості відхилень середньодобових температур від багаторічних даних

Рік	Декада	Місяць							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2021	1	0,4	-1,2	-0,2	-1,0	-0,1	-1,0	1,1	-1,1
	2	0,7	-1,6	0,0	0,4	-0,6	0,6	1,0	-1,0
	3	1,1	0,4	-1,2	-1,1	-0,6	1,1	0,9	-1,1
2022	1	0,7	1,3	-0,9	0,1	1,1	1,0	-0,4	0,5
	2	0,2	1,5	-1,0	-1,1	-0,6	0,6	-1,0	0,0
	3	1,0	0,5	0,5	0,7	-0,5	-0,2	0,2	0,4
2023	1	1,1	-0,1	1,1	1,0	-0,9	0,0	-0,7	0,7
	2	0,9	0,1	1,0	0,8	1,2	-1,2	0,0	1,0
	3	0,0	-0,9	0,6	0,4	1,2	-0,9	-1,1	0,7
Середня добова температура повітря, багаторічні дані		-5,9	-4,4	0,3	8,4	14,9	17,8	19,0	18,4

Опади впродовж досліджень були досить нерівномірними й загалом недостатніми (44 декади із 72). Суттєвою їх нестачею характеризувалася 21 декада, умови ще однієї були наближеними до рідкісних. Значно більшими за багаторічні дані були показники кількості опадів лише 10 декад (табл. 3). Загалом, посушливі умови переважали під час активної вегетації культури у 2022-му та в окремі періоди 2023 року.

Удобрення та погодні умови вегетації суттєво впливали на врожайність вівса (табл. 4). Найбільші її значення в усі роки досліджень демонстрували сорти 'Айворі', 'Легінь Носівський' і 'Закат'; найнижчі в контрольному варіанті (2,38; 2,02; 2,44 т/га у 2021, 2022,

2023 рр. відповідно) – 'Нептун'. Середній рівень урожайності за 2021–2023 рр. у контрольному варіанті був таким: 'Нептун' – 2,28 т/га; 'Легінь Носівський' – 2,64; 'Світанок' – 2,50; 'Закат' – 2,70; 'Зубр' – 2,71; 'Альбатрос' – 2,60; 'Айворі' – 2,81 т/га. А її усереднений приріст від використання добрив, на які позитивно реагують усі сорти, становив 0,32–2,83 т/га; максимальний – 1,24–2,73 т/га в 'Айворі' за збільшення доз добрив. Додаткові прирости врожайності від внесення сірки для сорту 'Нептун' становили 0,26–0,39 т/га; 'Легінь Носівський' – 0,47–0,49; 'Світанок' – 0,23–0,66; 'Закат' – 0,39–0,64; 'Зубр' – 0,41–0,54; 'Альбатрос' – 0,58–0,78; 'Айворі' – 0,34–0,66 т/га.

Таблиця 3

Коефіцієнти суттєвості відхилень суми опадів від багаторічних даних

Рік	Декада	Місяць							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2021	1	1,3	1,8	-1,7	-0,1	0,7	0,8	-0,1	-0,4
	2	-1,6	0,7	0,7	-0,8	1,4	-0,1	1,6	-1,6
	3	1,7	-1,3	-0,6	-0,5	1,6	-1,2	-0,9	1,5
2022	1	0,8	-0,1	0,0	0,2	-1,0	-1,0	-2,0	-0,3
	2	-0,1	-1,0	-1,1	-0,9	-0,3	-1,9	0,0	-1,3
	3	0,6	-1,2	-0,5	1,3	-1,0	-1,4	-1,1	-0,5
2023	1	-0,6	0,3	-1,8	1,7	-1,0	0,6	-1,6	-2,1
	2	-2,0	-1,0	0,5	0,9	-0,4	-1,8	-0,2	-3,2
	3	0,3	0,5	1,2	-0,2	-0,4	0,5	0,7	0,5
Середня місячна кількість опадів, багаторічні дані		30,0	33,0	29,0	38,4	43,3	73,9	72,9	57,8

Таблиця 4

Урожайність сортів вівса, т/га (2021–2023 рр.)

Удобрення* – фактор В	Сорт – фактор А						
	‘Нептун’	‘Легінь Носівський’	‘Світанок’	‘Закат’	‘Зубр’	‘Альбатрос’	‘Айворі’
2021 р.							
Контроль	2,38	2,72	2,68	2,92	2,74	2,78	2,96
$N_{30} P_{30} K_{30}$	2,78	3,91	3,42	3,92	3,88	3,64	4,04
$N_{60} P_{60} K_{60}$	3,12	4,21	3,78	4,26	4,16	3,98	4,46
$N_{90} P_{90} K_{90}$	3,48	4,48	3,99	4,66	4,42	4,12	4,98
$N_{120} P_{120} K_{120}$	3,96	4,94	4,36	5,04	4,82	4,54	5,04
$N_{30} P_{30} K_{30} S_{11,25}$	3,04	4,49	3,98	4,32	4,46	4,24	4,52
$N_{60} P_{60} K_{60} S_{22,5}$	3,44	4,84	4,54	4,8	4,78	4,48	4,98
$N_{90} P_{90} K_{90} S_{33,75}$	3,96	5,18	4,88	5,22	5,12	5,08	5,32
$N_{120} P_{120} K_{120} S_{45}$	4,38	5,64	5,12	5,58	5,45	5,32	5,66
2022 р.							
Контроль	2,02	2,32	2,2	2,31	2,3	2,21	2,38
$N_{30} P_{30} K_{30}$	2,34	3,26	3,02	3,56	3,23	3,04	3,64
$N_{60} P_{60} K_{60}$	2,58	3,69	3,32	3,88	3,61	3,66	3,98
$N_{90} P_{90} K_{90}$	3,06	4,02	3,68	4,12	3,98	3,94	4,23
$N_{120} P_{120} K_{120}$	3,34	4,48	3,98	4,39	4,28	4,24	4,38
$N_{30} P_{30} K_{30} S_{11,25}$	2,56	3,72	3,26	3,89	3,68	3,84	3,98
$N_{60} P_{60} K_{60} S_{22,5}$	2,98	4,23	3,56	4,27	4,17	4,02	4,37
$N_{90} P_{90} K_{90} S_{33,75}$	3,21	4,64	3,88	4,66	4,51	4,41	4,61
$N_{120} P_{120} K_{120} S_{45}$	3,66	4,92	4,04	4,84	4,82	4,74	4,99
2023 р.							
Контроль	2,44	2,88	2,62	2,88	3,08	2,82	3,1
$N_{30} P_{30} K_{30}$	2,68	4,32	3,56	4,04	4,28	3,68	4,48
$N_{60} P_{60} K_{60}$	3,02	4,68	3,88	4,42	4,68	4,08	4,82
$N_{90} P_{90} K_{90}$	3,64	4,99	4,12	4,87	4,96	4,56	5,14
$N_{120} P_{120} K_{120}$	4,04	5,26	4,48	4,98	5,02	4,88	5,24
$N_{30} P_{30} K_{30} S_{11,25}$	2,99	4,69	3,46	4,48	4,48	4,62	4,68
$N_{60} P_{60} K_{60} S_{22,5}$	3,43	5,09	4,48	4,96	4,88	4,98	5,08
$N_{90} P_{90} K_{90} S_{33,75}$	4,06	5,44	5,02	5,5	5,14	5,12	5,51
$N_{120} P_{120} K_{120} S_{45}$	4,48	5,84	5,22	5,92	5,48	5,34	5,98
NIP _{0,05} : фактор А – 0,26; фактор В – 0,31 т/га							

*Підживлення N_{30} проводили на всіх варіантах, окрім контролю, у мікростадії ВВСН 32.

Важливою ознакою якості зерна є вміст у ньому білків, який може суттєво змінюватися залежно від екологічних і технологічних чинників [12, 23]. За результатами аналізу, кількість протеїну в зерні істотно варіювалася через вплив погодних умов та системи удобрення (табл. 5). Сорти вівса позитивно реагували

на підвищення норм внесення макроелементів. Уміст білка в контрольному варіанті був у межах від 9,4 (‘Закат’) до 10,5% (‘Айворі’) й значно різнився за використання $N_{30} P_{30} K_{30} + N_{30} ВВСН32$ – 10,2–10,8%; $N_{60} P_{60} K_{60} + N_{30} ВВСН32$ – 10,4–11,2%; $N_{90} P_{90} K_{90} + N_{30} ВВСН32$ – 11,0–11,8%; $N_{120} P_{120} K_{120} + N_{30} ВВСН32$ – 11,4–12,4%. Додаткове

внесення сірки дало змогу збільшити кількість протеїну на 1,3–1,8%, порівнюючи з варіантами з однаковою нормою макроелементів для всіх сортів.

За ознакою абсолютного вмісту протеїну та реакцією на додаткове живлення сорти можуть належати до різних градацій. Так, 'Нептун' і 'Закат' мали показники білка в зерні

9,4–12,4%; 'Легінь Носівський' і 'Світанок' – 10,2–12,8; 'Зубр', 'Альбатрос' та 'Айворі' – 10,2–14,1%. Ефективність накопичення протеїну за підвищення норм внесення добрив також неоднакова в різних сортів. Кількість білка в 'Айворі' за використання $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}BVCH_{32}$ становила 12,4%; в сорту 'Нептун' – 11,4%.

Таблиця 5

Вміст сирого протеїну в зерні сортів вівса, % (2021–2023 рр.)

Норма добрив* – фактор В	Сорт – фактор А							Середній вміст
	'Нептун'	'Легінь Носівський'	'Світанок'	'Закат'	'Зубр'	'Альбатрос'	'Айворі'	
Контроль	9,6	10,3	10,2	9,4	10,2	10,4	10,5	10,1 ± 0,33
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10,2	10,5	10,6	10,4	10,4	10,6	10,8	10,5 ± 0,14
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,4	10,9	11,0	10,9	10,8	11,1	11,2	10,9 ± 0,17
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,0	11,4	11,5	11,3	11,4	11,6	11,8	11,4 ± 0,18
$N_{120}P_{120}K_{120}$	11,4	11,8	11,7	11,7	12,1	12,1	12,4	11,9 ± 0,27
$N_{30}P_{30}K_{30}S_{11,25}$	11,8	12,0	12,1	11,9	12,7	12,5	12,8	12,3 ± 0,35
$N_{60}P_{60}K_{60}S_{22,5}$	12,0	12,1	12,4	12,0	13,1	13,0	13,7	12,6 ± 0,56
$N_{90}P_{90}K_{90}S_{33,75}$	12,2	12,5	12,6	12,3	13,7	13,8	13,9	13,0 ± 0,69
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}$	12,4	12,7	12,8	12,5	14,0	14,1	14,0	13,2 ± 0,70

*Підживлення N_{30} проводили на всіх варіантах, окрім контролю, у мікростадії BVCH 32.

Введення в систему удобрення достатньої кількості сірки та безпосередній її вплив зумовлюють ефективніше використання азоту, що сприяє підвищенню вмісту протеїну в зерні.

Білки зерна вівса суттєво відрізняються від білків зерна пшениці, жита та ячменю за фракційним складом. Останній, що визначено в процесі його встановлення та аналізування, більшою мірою змінюється під впливом системи удобрення, ніж сорту (табл. 6). Переважальною фракцією в зерні вівса є

глютеліни, потім – проламіни та глобуліни. З'ясовано, що вміст фракцій запасних білків збільшується за підвищення норм добрив і додаткового внесення сірки.

Аналіз фракційного складу білків показав, що у контрольному варіанті (без добрив) вміст альбумінів (17,0–19,3%) і глобулінів (20,1–21,6%) був найвищим і несуттєво змінювався залежно від сорту.

Частка таких запасних білків, як проламіни та глютеліни, суттєво підвищилася (до 28,4–30,2 та 34,8–36,2% відповідно), порів-

Таблиця 6

Вміст фракцій білків у зерні сортів вівса посівного, % (2021–2023 рр.)

Показник	Сорт						
	'Нептун'	'Легінь Носівський'	'Світанок'	'Закат'	'Зубр'	'Альбатрос'	'Айворі'
	Альбуміни						
Контроль	16,3	15,3	16,6	14,5	15,4	15,3	15,6
$N_{120}P_{120}K_{120}$	16,6	15,1	15,9	14,2	15,2	15,2	16,0
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}$	13,3	12,1	14,1	12,3	13,0	12,4	12,2
	Глобуліни						
Контроль	20,5	20,8	20,9	20,9	21,0	21,0	20,6
$N_{120}P_{120}K_{120}$	20,7	21,3	21,4	22,2	21,6	21,5	20,3
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}$	21,4	21,9	21,6	21,8	22,0	22,2	21,8
	Проламіни						
Контроль	29,1	29,1	28,0	28,9	29,5	29,2	29,2
$N_{120}P_{120}K_{120}$	29,0	29,2	28,2	28,7	29,5	29,3	29,4
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}$	29,9	30,0	28,4	29,8	30,2	29,8	29,8
	Глютеліни						
Контроль	33,8	34,4	34,3	34,9	33,4	33,9	34,3
$N_{120}P_{120}K_{120}$	33,7	34,4	34,5	34,9	33,7	34,0	34,3
$N_{120}P_{120}K_{120}S_{45}$	35,4	36,0	35,9	36,1	34,8	35,6	36,2

нюючи з контрольним варіантом, за збільшення норм внесення добрив, зокрема $N_{120} P_{120} K_{120} S_{45} + N_{30}$.

Висновки

Отримані результати досліджень дають змогу оптимізувати сортову систему удобрення вівса для управління формуванням врожайності та якості зерна залежно від напрямів його використання.

Усі досліджені сорти вівса є високопродуктивними та залежно від норм добрив формують врожай на рівні 3,33–5,54 т/га. Сорт 'Нептун' дещо поступається іншим за врожайністю, втім має зерно зі значним вмістом біологічно цінних фракцій білка.

Внесення сірковмісних добрив забезпечує збільшення врожайності, поліпшення якості зерна та ефективніше використання азоту, що дає змогу знижувати базову норму додавання в ґрунт макроелементів.

Використана література

- World Oat Production by country. URL: <https://www.atlasbig.com/en-us/countries-oat-production>
- Li R., Zhang Z., Tang W. et al. Common vetch cultivars improve yield of oat row intercropping on the Qinghai-Tibetan plateau by optimizing photosynthetic performance. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 117. Article 126088. doi: 10.1016/j.eja.2020.126088
- Kalenska S. Food security and innovation solutions in crop production. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13, Iss. 2. P. 14–26. doi: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26
- De Francisco A., Federizzi L. C., Setti T. Development of Oat Production in Brazil: Interaction between Agriculture, Academia, and Industry. *Cereal Foods World*. 2019. Vol. 64. P. 1–3.
- Sadras V. O., Mahadevan M., Zwer P. K. Oat phenotypes for drought adaptation and yield potential. *Field Crops Research*. 2017. Vol. 212. P. 135–144. doi: 10.1016/j.fcr.2017.07.014
- Finnan J. M., Hyland L., Burke B. The effect of seeding rate on radiation interception, grain yield and grain quality of autumn sown oats. *European Journal of Agronomy*. 2018. Vol. 101. P. 239–247. doi: 10.1016/j.eja.2018.09.008
- Hausherr Lüder R.-M., Qin R., Richner W. et al. Spatial variability of selected soil properties and its impact on the grain yield of oats (*Avena sativa* L.) in small fields. *Journal of Plant Nutrition*. 2018. Vol. 41. P. 2446–2469. doi: 10.1080/01904167.2018.1527935
- Buerstmayr H., Krenn N., Stephan U. et al. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. *Field Crops Research*. 2007. Vol. 101. P. 343–351. doi: 10.1016/j.fcr.2006.12.011
- Hisir Y., Kara R., Dokuyucu T. Evaluation of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for grain yield and physiological traits. *Zemdirbystė – Agriculture*. 2012. Vol. 99, No. 1. P. 55–60.
- Mut Z., Akay H., Doğanay Ö., Köse E. Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2018. Vol. 18, Iss. 1. P. 269–281.
- Dumlupınar Z., Kara R., Dokuyucu T., Akkaya A. Correlation and path analysis of grain yield and yield components of some Turkish oat genotypes. *Pakistan Journal of Botany*. 2012. Vol. 44, Iss. 1. P. 321–325.
- Đekić V., Jelić M., Popović V. et al. Parameters of grain yield and quality of spring oats. *Proceedings of the Journal of PKB Agroekonomik Institute*. 2018. Vol. 24, Iss. 1–2. P. 81–86.
- Rafique H., Dong R., Wang X. et al. Dietary-Nutraceutical Properties of Oat Protein and Peptides. *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 5, Iss. 9. Article 950400. doi: 10.3389/fnut.2022.950400
- Smulders M. J. M., van de Wiel C. C. M., van den Broeck H. C. et al. Oats in healthy gluten-free and regular diets: A perspective. *Food Research International*. 2018. Vol. 110. P. 3–10. doi: 10.1016/j.foodres.2017.11.031
- Yang Z., Xie C., Bao Y. et al. Oat: Current state and challenges in plant-based food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2023. Vol. 134. P. 56–71. doi: 10.1016/j.tifs.2023.02.017
- Sterna V., Zute S., Brunava L. Oat grain composition and its nutrition benefice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016. Vol. 8. P. 252–256. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.100
- Mut Z., Erbaş Kose Ö. D., Akay H. Grain yield and some quality traits of different oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*. 2016. Vol. 2, Iss. 2. P. 83–88.
- Duda M., Tritean N., Racz I. et al. Yield Performance of Spring Oats Varieties as a Response to Fertilization and Sowing Distance. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 5. Article 815. doi: 10.3390/agronomy11050815
- Huza R., Duda M., Kadar R., Racz I. Results regarding the influence of technological factors on spring oat yields. *Research Journal of Agricultural Science*. 2016. Vol. 48, Iss. 1. P. 57–62.
- Li P., Mo F., Li D. et al. Exploring Agronomic Strategies to Improve Oat Productivity and Control Weeds: Leaf Type, Row Spacing, and Planting Density. *Canadian Journal of Plant Science*. 2018. Vol. 98, Iss. 5. P. 1084–1093. doi: 10.1139/cjps-2017-0354
- Kutlu I., Gulmezoglu N., Smoleń S. Comparison of Biologically Active Iodine and Potassium Iodide Treatments in Increasing Grain Iodine Content and Quality of Oats. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2023. Vol. 42, Iss. 5. P. 2776–2786. doi: 10.1007/s00344-022-10744-9
- Mahmoud R. M., Rezaq H., Al-Jayashi M. T. Effect Agricultural Sulfur and Nitrogen on Growth and Yield Stressed Oat (*Avena sativa* L.). *Annals of R.S.C.B.* 2021. Vol. 25, Iss. 1. P. 6073–6079.
- Wang S. P., Wang Y. F., Schnug E. et al. Effects of Nitrogen and Sulphur Fertilization on Oats Yield and Quality and Digestibility, Nitrogen and Sulphur Metabolism by Sheep in the Inner Mongolia Steppes of China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2002. Vol. 62. P. 95–202. doi: 10.1023/A:1015592423948
- Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії. Книга перша: Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків : Майдан, 2016. 300 с.
- Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М., Музафаров Н. М. Дослідна справа в агрономії. Книга друга: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків : Майдан, 2016. 298 с.
- Логвінов К. Т., Дмитренко В. П., Грушка І. Г. Короткий агрокліматичний довідник України: Посібник по використанню гідрометеорологічної інформації в сільськогосподарському виробництві. Київ : Укр. НДІ гідрометеорології, 1976. 256 с.
- Moore S., Spackman D. H., Stein W. H. Chromatography of Amino Acid on Sulfonated Polystyrene Resins. *Analytical Chemistry*. 1958. Vol. 30, Iss. 7. P. 1185–1190. doi: 10.1021/ac60139a005

References

- World Oat Production by country. Retrieved from <https://www.atlasbig.com/en-us/countries-oat-production>
- Li, R., Zhang, Z., Tang, W., Huang, Y., Coulter, J. A., & Nan, Z. (2020). Common vetch cultivars improve yield of oat row intercropping on the Qinghai-Tibetan plateau by optimizing photosynthetic performance. *European Journal of Agronomy*, 117, Article 126088. doi: 10.1016/j.eja.2020.126088
- Kalenska, S. (2022). Food security and innovation solutions in crop production. *Plant and Soil Science*, 13(2), 14–26. doi: 10.31548/agr.13(2).2022.14-26

4. De Francisco, A., Federizzi, L. C., & Setti, T. (2019). Development of Oat Production in Brazil: Interaction between Agriculture, Academia, and Industry. *Cereal Foods World*, 64, 1–3.
5. Sadras, V. O., Mahadevan, M., & Zwer, P. K. (2017). Oat phenotypes for drought adaptation and yield potential. *Field Crops Research*, 212, 135–144. doi: 10.1016/j.fcr.2017.07.014
6. Finnan, J. M., Hyland, L., & Burke, B. (2018). The effect of seeding rate on radiation interception, grain yield and grain quality of autumn sown oats. *European Journal of Agronomy*, 101, 239–247. doi: 10.1016/j.eja.2018.09.008
7. Hausherr Lüder, R.-M., Qin, R., Richner, W., Stamp, P., & Noulas, C. (2018). Spatial variability of selected soil properties and its impact on the grain yield of oats (*Avena sativa* L.) in small fields. *Journal of Plant Nutrition*, 41, 2446–2469. doi: 10.1080/01904167.2018.1527935
8. Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., & Zechner, E. (2007). Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. *Field Crops Research*, 101, 343–351. doi: 10.1016/j.fcr.2006.12.011
9. Hisir, Y., Kara, R., & Dokuyucu, T. (2012). Evaluation of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for grain yield and physiological traits. *Žemdirbystė – Agriculture*, 99(1), 55–60.
10. Mut, Z., Akay, H., Doğanay, Ö., & Köse, E. (2018). Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 18(1), 269–281.
11. Dumlupinar, Z., Kara, R., Dokuyucu T., & Akkaya, A. (2012). Correlation and path analysis of grain yield and yield components of some Turkish oat genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1), 321–325.
12. Đekić, V., Jelić, M., Popović, V., Đurić, N., Grčak, D., & Grčak, M. (2018). Parameters of grain yield and quality of spring oats. *Proceedings of the Journal of PKB Agroekonomik Institute*, 24(1–2), 81–86.
13. Rafique, H., Dong, R., Wang, X., Alim, A., Aadi, R. M., Li, L., Zou, L., & Hu, X. (2022). Dietary-Nutraceutical Properties of Oat Protein and Peptides. *Frontiers in Nutrition*, 5(9), Article 950400. doi: 10.3389/fnut.2022.950400
14. Smulders, M. J. M., van de Wiel, C. C. M., van den Broeck, H. C., van der Meer, I. M., Israel-Hoewelaken, T. P. M., Timmer, R. D., van Dinter, B.-J., Braun, S., & Gilissen, L. J. W. J. (2018). Oats in healthy gluten-free and regular diets: A perspective. *Food Research International*, 110, 3–10. doi: 10.1016/j.foodres.2017.11.031
15. Yang, Z., Xie, C., Bao, Y., Liu, F., Wang, H., & Wang, Y. (2023). Oat: Current state and challenges in plant-based food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 56–71. doi: 10.1016/j.tifs.2023.02.017
16. Sterna, V., Zute, S., & Brunava, L. (2016). Oat grain composition and its nutrition benefice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 252–256. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.100
17. Mut, Z., Erbaş Kose, Ö. D., & Akay, H. (2016). Grain yield and some quality traits of different oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2(2), 83–88.
18. Duda, M., Tritean, N., Rac, I., Kadar, R., Russu, F., Fitiu, A., & Muntean, E. (2021). Yield Performance of Spring Oats Varieties as a Response to Fertilization and Sowing Distance. *Agronomy*, 11(5), Article 815. doi: 10.3390/agronomy11050815
19. Huza, R., Duda, M., Kadar, R., & Rac, I. (2016). Results regarding the influence of technological factors on spring oat yields. *Research Journal of Agricultural Science*, 48, 57–62.
20. Li, P., Mo, F., Li, D., Ma, B.-L., Yan, W., & Xiong, Y. (2018). Exploring Agronomic Strategies to Improve Oat Productivity and Control Weeds: Leaf Type, Row Spacing, and Planting Density. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(5), 1084–1093. doi: 10.1139/cjps-2017-0354
21. Kutlu, I., Gulmezoglu, N., & Smoleń, S. (2023). Comparison of Biologically Active Iodine and Potassium Iodide Treatments in Increasing Grain Iodine Content and Quality of Oats. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(5), 2776–2786. doi: 10.1007/s00344-022-10744-9
22. Mahmoud, R. M., Rezaq, H., & Al-Jayashi, M. T. (2021). Effect Agricultural Sulfur and Nitrogen on Growth and Yield tressed Oat (*Avena sativa* L.). *Annals of R.S.C.B.*, 25(1), 6073–6079.
23. Wang, S. P., Wang, Y. F., Schnug, E., Haneklaus, S., & Fleckenstein, J. (2002). Effects of Nitrogen and Sulphur Fertilization on Oats Yield and Quality and Digestibility, Nitrogen and Sulphur Metabolism by Sheep in the Inner Mongolia Steppes of China. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62, 95–202. doi: 10.1023/A:1015592423948
24. Rozhkov, A. O. (Ed). (2016). *Research case in agronomy. Book 1: Theoretical aspects of the research case*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
25. Rozhkov, A. O. (Ed). (2016). *Research case in agronomy. Book 2: Statistical processing of the results of agronomic research*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
26. Lohvinov, K. T., Dmytrenko V. P., & Hrushka, I. H. (1976). *Short agroclimatic guide of Ukraine: Guide to the use of hydrometeorological information in agricultural production*. Kyiv: Ukr. NDI hidrometeorolohii. [In Ukrainian]
27. Moore, S., Spackman, D. H., & Stein, W. H. (1958). Chromatography of Amino Acid on Sulfonated Polystyrene Resins. *Analytical Chemistry*, 30(7), 1185–1190. doi: 10.1021/ac60139a005

UDC 631.526.3:631.559:633.13

Kalenska, S. M.*, & **Fediv, R. V.** (2023). Yield and grain quality of oat (*Avena sativa* L.) varieties grown on typical chernozems. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(4), 239–246. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.292910>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: svitlana.kalenska@gmail.com*

Purpose. To determine the yield potential and grain quality of varieties of oat (*Avena sativa* L.) as a function of the nutritional and climatic conditions. **Methods.** Field, laboratory (grain quality determination) and statistical methods were used in the research. **Results.** Using different fertilization systems, seven oat varieties were studied, of which the most productive were 'Ayvori', 'Lehin Nosivskiyi' and 'Zakat'. The greatest increase in yield due to the use of fertilizers in 2022–2023 (1.24–2.73 t/ha with average increases of 0.32–2.83 t/ha) was observed for the cultivation of the 'Ayvori' variety. Additional increases due to the introduction of sulphur, compared to the options where only nitrogen, phosphorus and potassium were used, were observed for the va-

rieties 'Neptun' – 0.26–0.39 t/ha; 'Lehin Nosivskiyi' – 0.47–0.49; 'Svitanok' – 0.23–0.66; 'Zakat' – 0.39–0.64; 'Zubr' – 0.41–0.54; 'Albatros' – 0.58–0.78; 'Ayvori' – 0.34–0.66 t/ha. The average yield of the control varieties in 2021–2023 was as follows 2.28 t/ha – 'Neptun'; 2.64 – 'Lehin Nosivskiyi'; 2.50 – 'Svitanok'; 2.70 – 'Zakat'; 2.71 – 'Zubr'; 2.60 – 'Albatros'; 2.81 t/ha – 'Ayvori'. Increasing the rate of nutrient application to the soil helped to improve grain quality. Thus, with the addition of $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}BBCH32$ the protein content in the grain was within 10.2–10.8%; $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}BBCH32$ – 10.4–11.2; $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}BBCH32$ – 11.0–11.8; $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}BBCH32$ – 11.4–12.4%. The addition of sulphur to the fertilization system resulted in a more efficient use of nitro-

gen and therefore an increase in the protein content of the grain of 1.3–1.8% compared to the options where the rate of macronutrients was the same for all varieties. The content of albumins and globulins was higher in the grain of the control variant (17.0–19.3 and 20.1–21.6% respectively) and did not vary significantly between varieties. The amount of reserve proteins – prolamins and glutelins – increased (from 28.4–30.2 to 34.8–36.2%) with an increase in fertilizer rate, especially with the introduction of $N_{120}, P_{120}, K_{120}, S_{45} + N_{30}$.

Conclusions. All investigated oat varieties are highly

productive and give yields in the range of 3.33–5.54 t/ha, depending on the fertilizer rate. The variety 'Neptun' is slightly lower in yield than the others, but has grain with a significant content of biologically valuable protein fractions. The application of sulphur-containing fertilizers increases yield, improves grain quality and allows a more efficient use of nitrogen, which makes it possible to reduce the basic rate of addition of macronutrients to the soil.

Keywords: productivity; variety; sulphur fertilizer; macronutrients; protein; protein fractions.

Надійшла / Received 02.11.2023
Погоджено до друку / Accepted 23.11.2023