

UDC 635:631.82:658.562:635.25

INFLUENCE OF SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF ONIONS

Hordiienko I., Yarovy H.

Kharkiv National Agrarian University nd. a V.V Dokuchaev
Township Dokuchaevsky, Kharkov rg., Kharkiv district, 62483
E-mail: agrofab@knau.kharkov.ua

Terokhina L., Uriupina L.

Institute of Vegetable and Melons growing of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine
Instytutska str., 1, vill. Seleksiine, Kharkivrg., Ukraine, 62478
E-mail: ovoch.iob@gmail.com

<https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-67-57-63>

The aim. Study the effect of sulfur-containing fertilizers (elemental sulfur, ammonium sulfate and zinc) on the yield and quality of onion bulbs. **Methods.** Field, laboratory, computational and statistical. **Results.** According to the results of research 2017–2019 for the agro-climatic zone of the Left Bank Forest–Steppe of Ukraine, the effectiveness of sulfur-containing fertilizers (in the form of elemental sulfur, ammonium sulfate and zinc) in the cultivation of onion hybrid DaitonF1. The use of sulfur-containing fertilizers and mineral fertilizers in the technology of growing onions helped to create conditions for increasing its yield from 8.2 to 11.7% on the background $N_{60}P_{60}K_{60}$, and in the case of using ammonium nitrate (N_{40}) this figure has increased to 16.8–25.2 %. The yield of onions was in direct dependence ($r = 0.88$) on the reserves of mineral nitrogen in the arable soil layer 0–20 cm during the formation of bulbs. A correlation was established between the yield of onions and the content of mobile sulfur in the arable soil layer. Analysis of the linear equation showed a strong direct relationship between the yield of onions and the content of mobile sulfur in the arable soil layer during the formation of bulbs ($r = 0.78$). The dry matter content increased by 0.28–0.53%, the amount of sugars – by 0.12–0.15 % and the essential oil content – by 1.75–2.60mg/100 g. During seed treatment with ammonium and calcium sulfate, the content of nitrates in the products did not exceed the MPC and was –78.0–79.3mg/kg of crude substance. **Conclusions.** Pre-sowing treatment of seeds with ammonium sulfate is compatible with the application of mineral fertilizers in the dose $N_{60}P_{60}K_{60}$ (background) provided a significant increase in the yield of onions by 2.7 t/ha (11.7%) and 2.3 t/ha (10%) compared with the control (without fertilizers, 22.6 t/ha), in the complex with the introduction $N_{60}P_{60}K_{60}$ (background) and nitrogen fertilization (N_{40}) by 5.7 t/ha (25.2%) and 4.5 t/ha (20.0%), respectively. The increase, which provided only the treatment of seeds was 2.8 t/ha (10.1%) with the use of ammonium sulfate and 1.0 t/ha (4.1%) –zinc sulfate, SSD₀₅ 1.51 t/ha. The use of sulfur-containing fertilizers did not adversely affect the content of the components of the chemical composition of onions.

Keywords: onions, sulfur-containing fertilizers, mineral fertilizers, yield, quality of onions, bulbs

ВПЛИВ СІРКОВМІСНИХ ДОБРІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ

Гордієнко І.М., Яровий Г.І.

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва
п/в «Докучаєвське –2», Харківська область, 62483
E-mail: agrofab@knau.kharkov.ua

Терьохіна Л.А., Урюпіна Л.М.

Інститут овочівництва і баштанництва НААН України
вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне Харківської обл., Україна, 62478
E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Мета. Вивчити вплив сірковмісних добрив (елементарної сірки, сульфату амонію і цинку) на врожайність і якість цибулин цибулі ріпчастої. **Методи.** Польовий, лабораторні, розрахунково-статистичні. **Результати.** За результатами досліджень 2017–2019 рр. для агрокліматичної зони Лівो-

бережного Лісостепу України досліджено ефективність сірковмісних добрив (у вигляді елементарної сірки, сульфату амонію і цинку) при вирощуванні гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁. Застосування сірковмісних добрив і мінерального добрива в технології вирощування цибулі ріпчастої сприяло створенню умов для підвищення її врожайності від 8,2 до 11,7 % на фоні N₆₀P₆₀K₆₀, а в разі використання підживлення аміачною селітрою (N₄₀) цей показник збільшувався до 16,8–25,2 %. Урожайність цибулі ріпчастої мала пряму залежність ($r=0,88$) від запасів мінерального азоту в орному шарі ґрунту 0–20 см у період формування цибулин. Установлено кореляційну залежність між урожайністю цибулі ріпчастої й вмістом рухомої сірки в орному шарі ґрунту. Аналіз лінійного рівняння свідчить про сильний прямий зв'язок урожайності із вмістом рухомої сірки в орному шарі ґрунту у період формування цибулин ($r = 0,78$). Вміст сухої речовини збільшувався на 0,28–0,53 %, сума цукрів – на 0,12–0,15 %, вміст ефірної олії – на 1,75–2,6 мг/100 г. За обробки насіння сульфатом амонію і цинку вміст нітратів у продукції не перевищував МДР і становив –78,0–79,3 мг/кг сирової речовини. **Висновки.** Передпосівна обробка насіння сульфатом амонію і сульфатом цинку сумісно з унесенням мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ (фон) забезпечила істотне підвищення врожайності цибулі ріпчастої – на 2,7 т/га (11,7 %) і 2,3 т/га (10 %) у порівнянні з контролем (без добрив, 22,6 т/га), у комплексі із внесенням N₆₀P₆₀K₆₀ (фон) і підживленням азотом (N₄₀) – на 5,7 т/га (25,2 %) і 4,5 т/га (20,0 %) відповідно. Приріст, забезпечений лише обробкою насіння, становив 2,8 т/га (10,1 %) при застосуванні сульфату амонію і 1,0 т/га (4,1%) – сульфату цинку, НР₀₅ 1,51 т/га. Застосування сірковмісних добрив не чинило негативного впливу на вміст компонентів хімічного складу цибулі ріпчастої.

Ключові слова: цибуля ріпчаста, сірковмісні добрива, мінеральні добрива, урожайність, якість цибулі, цибулини

Вступ. Про позитивну роль сірки в проходженні фізіологічних процесів у рослинах сільськогосподарських культур свідчать численні дослідження, які проводяться багатьма вченими протягом більше ніж півстоліття (Slyusarev V.N., 2007; Ivanova A.V., 2018; Aristarhov A., 2016).

Цибуля ріпчаста є однією з провідних овочевих культур в Україні, її посівні площі у 2019 р. становили 53,9 тис. га, середня врожайність – 18,5 т/га (Derzhstat, 2019).

Для забезпечення населення цибулею ріпчастою протягом року велике значення має її лежкість, яка залежить також від якості виробленої продукції. На врожайність і якісні показники продукції впливає багато факторів, серед яких – родючість ґрунту та застосовувані добрива. Сірка як елемент живлення важлива для нормального проходження обмінних і продукційних процесів у рослинах, зокрема, під час формування білків, клейковини, утворення ароматичних речовин (Norton R., Mikkelsen R., Dzhensen T., 2014).

Ураховуючи, що внесення великих доз добрив пов'язане з високими матеріальними витратами, безперечний інтерес становить вивчення ефективності застосування сірковмісних добрив у малих кількостях під час вирощування основних сільськогосподарських культур, у тому числі і для передпосівної обробки насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Сірка за своїм фізіолого-

біологічним значенням розміщується в одному ряду з азотом, фосфором і калієм як один з основних елементів живлення рослин (Aristarhov A.N., 2007). Нестача сірки, як і азоту, знижує синтез білків, причому зовнішні ознаки сірчаного голодування рослин майже повністю збігаються з ознаками нестачі азоту. Установлено безумовну її необхідність для процесів дихання, фотосинтезу, азотного й вуглецевого обмінів (Daniel L. Welsch, Douglas A. Burns, Peter S. Murdoch, 2004).

Позитивний вплив сірки на врожай часто залишався непоміченим, оскільки вона діє головним чином не стільки на його величину, скільки на якість продукції. Одночасно винос сірки із ґрунту з урожаєм сільськогосподарських культур майже аналогічний виносу фосфору, а в деяких випадках навіть перевищує його. Якщо раніше живлення рослин сіркою забезпечувалося без додаткових витрат, то тепер і в майбутньому ресурси надходження її у ґрунт зменшуються, а потреба в ній у сільському господарстві зростає у зв'язку з підвищеним попитом на високоякісну сільськогосподарську продукцію (Aristarhov A.N., 2007).

Нині баланс сірки в ґрунті істотно погіршився внаслідок зниження викидів у атмосферу, застосування висококонцентрованих добрив і збільшення рівня врожайності. Зокрема, у південних штатах США після виключення сірки зі складу добрив симптоми її дефіциту проявля-

лися на легких ґрунтах через 2–3 роки, на замулених – через 7–9 років (Jordan H., 1964; Anderson O., 1966). За прогнозами, до 2020 р. надходження оксидів сірки з атмосфери мало знизиться ще на 15–30 % (Mosali J.etal., 2005).

З цих причин у багатьох країнах, у тому числі й в деяких регіонах України, існує дефіцит сірки, що негативно впливає на врожайність культур і їх якість (Bogdanova A.M., 1981; Hamaliev V.I., 2008; Maslova I.Ya., 2008). Це положення справедливе і для цибулі ріпчастої як провідної овочевої культури.

Цибуля-ріпка характеризується підвищеним виносом сірки із ґрунту, що зумовлено також її використанням на синтез ефірних олій. За даними В.С. Дьяченко (Dyachenko V.S., 1987), на формування 100 г свіжої цибулі використовується із ґрунту 65 мг сірки, 175 мг калію і тільки 58 мг фосфору і 31 мг кальцію.

У дослідях D.A. Smittle (Smittle D.A., 1984) в штаті Джорджія (США) вивчали вплив сіркових добрив на врожай, якість і лежкість цибулі-ріпки. Унесення гіпсу в дозі 672 мг/га підвищувало врожай на 17 %, а вихід товарної продукції після зберігання цибулі – на 9,8 %.

За даними С.В.Третьяка (Tretiak S.V., Polishchuk S.F., 1994), на опідзолених чорноземах Правобережного Лісостепу України при застосуванні азотних добрив у підживлення загальною дозою 90 кг/га діючої речовини та внесенні сіркових добрив у дозі 60 кг/га діючої ре-

човини врожайність цибулі ріпчастої підвищувалася на 3–4 т/га, а товарність продукції – на 2,6–7,1 %. Найкраще зберігалася цибуля-ріпка з варіанта, де був унесений азот сумарною дозою 90 кг/га діючої речовини одночасно з гіпсом S_{60} . Вихід стандартної частки продукції при температурі зберігання -2°C коливався в межах 94,3–98,1 %.

Метою дослідження було вивчення впливу елементарної сірки і сірковмісних добрив (сульфату амонію і цинку) на врожайність і якість цибулин цибулі ріпчастої.

Методика проведення досліджень. Дослідження проводили у виробничих умовах на полях ФГ «Валентина» (Харківська область, Харківський район) протягом 2017–2019 рр. Ґрунтовий покрив ділянки представлений чорноземом типовим важко суглинковим малогумусним на лесі із вмістом гумусу 4,0–4,1. Схему досліду наведено в табл. 1. Мінеральні добрива вносили перед сівбою у вигляді нітроамофоски (16:16:16) в дозі 60 кг д.р./га по азоту, фосфору і калію. Підживлення проводили аміачною селітрою сумарною дозою N_{40} у фазі 3–5 листочків і на початку формування цибулин. Обробку насіння (опудрювання) елементарною сіркою, сульфатом амонію і сульфатом цинку здійснювали в день сівби з розрахунку 40–70 г препарату на 1 кг насіннєвого матеріалу.

Таблиця 1 – Вплив елементарної сірки, сірковмісних і інших добрив на врожайність гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁

Варіант	Товарна врожайність, т/га				Відхилення від контролю		Товарність %
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	середнє	т/га	%	
1. Без добрив(контроль)	18,6	16,0	33,3	22,6	0,0	0,0	88,5
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ (NPK, фон)	20,3	17,7	34,9	24,2	1,7	7,4	90,3
3. NPK+ S	20,5	17,8	35,3	24,7	1,9	8,2	91,2
4. NPK+(NH_4) ₂ SO ₄	21,0	18,9	36,0	25,2	2,7	11,7	90,3
5. NPK + ZnSO ₄	20,9	17,9	35,7	24,8	2,3	10,0	89,5
6. $N_{60}P_{60}K_{60}$ + N_{40} (NPK+ N)	21,5	19,1	36,4	25,7	3,0	13,4	91,2
7. NPK +N+ S	21,8	19,6	37,9	26,4	3,8	16,8	90,4
8. NPK+N +(NH ₄) ₂ SO ₄	23,9	21,0	40,1	28,3	5,7	25,2	91,7
9. NPK+N +ZnSO ₄	22,4	20,5	38,6	27,2	4,5	20,0	90,2
HIP ₀₅	0,58	1,13	1,51	—	—	—	—

Дослідження проводили відповідно до загальноприйнятої методики в овочівництві (Bondarenko H.L., Yakovenko K.I., 2001). Облікова площа – 10,5 м², повторність – чотириразова. Технологія вирощування цибулі ріпчастої загальноприйнята для зони Лівобережного Лісостепу України, крім досліджуваних елементів технології (DSTU 6012:2008, 2008).

Результати досліджень та їх обговорення.

Вивчено показники врожайності та якості цибулі ріпчастої залежно від передпосівної обробки насіння елементарною сіркою та сірковмісними добривами (сульфатів амонію і цинку) на фоні внесення мінеральних добрив. Аналіз даних, наведених у табл. 1 і на рис. 1, показав, що врожайність цибулі ріпчастої різнилась за роками. Відмінності викликані насамперед особливостями погодних умов вегетаційних періодів 2017–2019 рр.

Погодні умови вегетаційного періоду цибулі ріпчастої у 2017 р. характеризувалися як жаркі та дуже посушливі (ГТК = 0,65). Попри складні метеорологічні умови, урожайність цибулі ріпчастої сформувалася на рівні 18,6–23,9 т/га. У 2018 р. температурно-гідрологічний режим періоду вегетації рослин цибулі ріпчастої був найменш комфортним за всі роки досліджень (ГТК = 0,46), а метеорологічні умови року визначили як дуже посушливі. Такі погодні умови забезпечили формування низького рівня врожайності – 16,0–21,0 т/га. У 2019 р. вегетаційний період у цілому характеризувався як помірно посушливий (ГТК=0,80) із коливаннями гідротермічного коефіцієнта від 0,3 до 1,3. У цьому році сформувалася найвища врожайність цибулі ріпчастої – 33,3–40,1 т/га.

Результати досліджень 2017 р. показали, що обробка насіння елементарною сіркою, сірков-

місними добривами (сульфату амонію і цинком) на фоні внесення NPK сприяла збільшенню врожайності цибулі ріпчастої на 2,3–2,7 т/га (12–13 %) у порівнянні з контролем без добрив (18,6 т/га). При цьому істотний приріст отримано лише на варіантах з обробкою насіння сульфатом амонію і цинком – 0,6–0,7 т/га (3,0 %) у порівнянні з варіантом NPK (фон, 20,3 т/га). Позитивний вплив сірковмісних добрив на врожайність цибулі ріпчастої зберігався і на варіантах NPK (фон) у поєднанні з підживленням азотом (N). Найбільший приріст отримано при використанні сульфату амонію – 5,3 т/га (28,5 %) у порівнянні з контролем і 2,0 т/га (9,3 %) порівняно з варіантом NPK+N (21,5 т/га).

У 2018 р. застосування елементарної сірки, сульфату амонію і цинку для обробки насіння сумісно із внесенням мінеральних добрив (NPK, фон) забезпечило підвищення врожайності цибулі ріпчастої на 1,8–2,9 т/га, або на 11,3–18,0 %, у порівнянні з контролем (без добрив, 16,0 т/га). Найвищу врожайність та істотний приріст від передпосівної обробки насіння зафіксовано лише на варіанті із сульфатом амонію – 1,2 т/га, або 6,6 %, у порівнянні з варіантом NPK (фон, 17,7 т/га). Обробка насіння елементарною сіркою на фоні NPK сумісно з унесенням азоту (N) в підживлення сприяло збільшенню врожайності цибулі ріпчастої на 3,6 т/га (22,5 %), сульфатом цинку – на 4,5 т/га (28,1 %) і сульфатом амонію – на 5,0 т/га (31,1 %) у порівнянні з контролем. Приріст, забезпечений лише обробкою насіння, відповідно становив 1,9 т/га (10,7 %), 2,8 т/га (15,8 %) і 3,3 т/га (18,6 %) у порівнянні з варіантом NPK+N (19,1 т/га) при НР₀₅ 1,19 т/га.

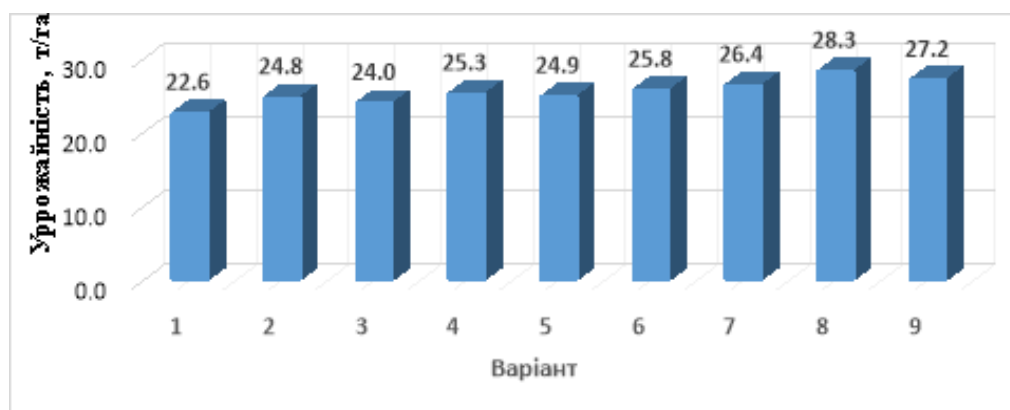


Рисунок 1. Урожайність гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁ залежно від застосування елементарної сірки, сірковмісних і інших добрив (середнє за 2017–2019 рр.)

У 2019 р. обробка насіння цибулі ріпчастої елементарною сіркою, сульфатом амонію і цинку сумісно з внесенням NPK (фон) забезпечила вірогідний приріст урожайності 1,9–2,7 т/га (5,7–8,1 %) порівняно з контролем (без добрив, 33,3 т/га). Максимальну врожайність цибулі ріпчастої було отримано за обробки насіння сульфатом амонію на фоні NPK і азоту (N) у підживлення – 40,1 т/га. Обробка насіння елементарною сіркою виявилася менш ефективною, ніж сульфатом амонію, на 6 %, та ніж сульфатом цинку – на 2 %.

У середньому за три роки досліджень при застосуванні елементарної сірки для обробки насіння на фоні внесення NPK врожайність гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁ збільшилася лише на 7,4 %, що викликано низькими темпами її окислення ґрунтовими сіркобактеріями. На варіантах з обробкою насіння сульфатом цинку врожайність підвищилася на 10,0 %. Ефективний вплив сульфату цинку на врожайність цибулі ріпчастої, ймовірно, обумовлений не лише додатковим надходженням сірки, але і цинку, який є складовою частиною багатьох життєво важливих ферментів рослин (Slyusarev V.N., 2007). При застосуванні сульфату амонію підвищення врожайності у середньому склало 11,7 %. Відомо, що цибуля ріпчаста вимоглива до азотного живлення (Kornilenko S. I., Honcharenko V. Yu., 2014). Добре розчинний сульфат амонію слугував для рослин джерелом

додаткового азоту, що позитивно впливало на продукційний процес у них.

Застосування аміачної селітри в підживлення на фоні внесення мінеральних добрив (NPK+N) посилює ефективність використання сірковмісних добрив, про що свідчать найвищі прирости врожайності цибулі ріпчастої – 16,8–25,2 %. Аналіз даних урожайності цибулі ріпчастої показав, що, обробка насіння елементарною сіркою у поєднанні з підживленням аміачною селітрою і внесенням мінеральних добрив (NPK+N) була ефективною і забезпечувала приріст 2,2 т/га (9 %), сульфатом цинку – 3,0 т/га (12,3 %), сульфатом амонію – 4,1 т/га (16,9 %) у порівнянні з внесенням NPK (фон, 24,2 т/га).

Таким чином, застосування сірковмісних та інших мінеральних добрив у технології вирощування цибулі ріпчастої сприяє створенню оптимальних умов для підвищення її врожайності від 8,2 до 11,7 % на фоні N₆₀P₆₀K₆₀, а в разі використання аміачної селітри (N₄₀) у підживлення цей показник збільшувався до 16,8–25,2 %.

Урожайність цибулі ріпчастої прямо залежала ($r=0,88$) від вмісту мінерального азоту в орному шарі ґрунту 0–20 см у період формування цибулин, цю залежність можна описати рівнянням регресії: $Y=0,9699x+11,648$.

Установлено залежність між урожайністю цибулі ріпчастої і вмістом рухомої сірки в орному шарі ґрунту. Вона представлена у вигляді рівняння регресії (рис. 2): $Y=0,9944x+19,996$.



Рисунок 2. Залежність врожайності гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁ (y) від вмісту рухомої сірки в шарі ґрунту 0–20 см (x)

Аналіз лінійного рівняння свідчить про сильний прямий зв'язок урожайності цибулі ріпчастої із вмістом рухомої сірки в орному шарі ґрунту у період формування цибулин ($r=0,78$).

Отже, сірка як одним з елементів живлення в системі удобрення цибулі ріпчастої впливає на її врожайність.

Таким чином, застосування елементарної сірки, сульфату амонію і цинку для передпосівної обробки насіння сумісно з унесенням мінеральних добрив у технології вирощування цибулі ріпчастої сприяє створенню оптимальних умов для підвищення її врожайності від 8,2 до 25,2 %.

Вміст компонентів хімічного складу у цибулинах визначає їх споживчі цінність, збереженість, смакові та інші технологічні властивості.

Таблиця 2 – Вміст компонентів хімічного складу в цибулинах гібрида цибулі ріпчастої Дайтон F₁ (середнє за 2017–2018 рр.)

Варіант	Суша речовина, %	Сума цукрів, %	Співвідношення цукор/моноцукор	Вітамін С, мг/100 г	Ефірна олія, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
1. Без добрив (контроль)	13,18	8,50	2,32	6,37	15,20	73,0
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон, NPK)	12,77	8,40	2,24	6,29	14,45	84,0
6. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₄₀ (NPK + N)	12,86	8,48	2,38	5,75	13,90	81,1
7. NPK + N + S	13,24	8,52	2,46	5,65	16,20	78,0
8. NPK + N + (NH ₄) ₂ SO ₄	13,30	8,58	2,55	5,81	17,05	79,3
9. NPK + N + ZnSO ₄	13,02	8,57	2,59	5,82	16,25	79,0

Обробка насіння елементарною сіркою, сульфатом амонію і цинку поліпшувала хімічний склад цибулі ріпчастої. Збільшувався вміст сухої речовини на 0,28–0,53%, суми цукрів – на 0,12–0,15 % у порівнянні з варіантом NPK (фон, відповідно 12,77 % і 8,40 %). У складі цукрів цибулі переважала сахароза (співвідношення цукор/моноцукор від 2,24 до 2,59). Найбільший вміст сухої речовини у цибулинах відмічали при застосуванні сульфату амонію – 13,30 %. Цукрів також найбільше містилося у цибулинах цього варіанту – 8,58 %. Вміст вітаміну С у цибулинах коливався від 5,65 до 6,37 мг/100 г продукту, а застосування елементарної сірки та сірковмісних добрив не впливало на цей показник. Збільшувався вміст ефірної олії на 1,75–2,60 мг/100 г (фон, 14,45 мг/100 г), а найбільше її містилось у цибулинах з обробкою насіння сульфатом амонію – 17,05 мг/100 г.

За обробки насіння елементарною сіркою і сірковмісними добривами відмічалась тенденція до зменшення вмісту нітратів у продукції. Це можливо пов'язано з тим, що засвоєння поживних елементів підтримувалось на оптимальному рівні.

Висновки. Передпосівна обробка насіння сульфатом амонію і сульфатом цинку сумісно з унесенням мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀K₆₀

Застосування елементарної сірки, сірковмісних і інших добрив неоднаково впливало на вміст компонентів хімічного складу в цибулинах цибулі ріпчастої (табл. 2). Внесення азотних добрив (N₄₀) у підживлення під час вегетації рослин на фоні N₆₀P₆₀K₆₀ підвищувало в цибулинах вміст сухої речовини на 0,7% (фон, 12,77 %), суми цукрів – на 0,9 % (фон, 8,40 %), співвідношення цукрів стосовно до моноцукрів було більш ніж 2,38 (фон, 2,24).

(фон) забезпечила істотне підвищення врожайності цибулі ріпчастої – на 2,7 т/га (11,7 %) і 2,3 т/га (10 %) у порівнянні з контролем (без добрив, 22,6 т/га), у комплексі з унесенням N₆₀P₆₀K₆₀ (фон) і підживленням азотом (N₄₀) – на 5,7 т/га (25,2 %) і 4,5 т/га (20,0 %) відповідно. Приріст, одержаний лише завдяки обробці насіння сульфатом амонію, становив 2,8 т/га (10,1 %), і сульфатом цинку – 1,0 т/га (4,1%), НІР₀₅ 1,51 т/га.

Обробка насіння елементарною сіркою, сульфатом амонію і цинку поліпшувала хімічний склад цибулі ріпчастої. Вміст сухої речовини у цибулинах збільшувався на 0,28–0,53%, сума цукрів – на 0,12–0,15 %, ефірної олії – на 1,75–2,60 мг/100 г у порівнянні з варіантом NPK (фон). Найбільший вміст сухих речовин, цукрів і ефірної олії у цибулинах відмічали при застосуванні сульфату амонію для обробки насіння. Вміст нітратів у продукції з цих варіантів не перевищував МДР (80 мг на кг сирової продукції).

References

Anderson, O., Fatral, J. (1966). Sulfur and crop production in Georgia: Georgia Agric. Exptl. Sta. Bull. 967. Tifton. [in English].

Aristarhov, A.N. (2007). *Agrokhimiya sery* [Agrochemistry of sulfur]. MOSKVA: VNIIA. 272 s. [in Russian].

Aristarhov, A. (2016). *Sera v agroekosistemah Rossii: monitoring sodержanie v pochvakh i effektivnost ih primeneniya* [Sulfur in Russian agroecosystems: monitoring of soil content and effectiveness of their use] *Mezhdunarodnyj selskohozyajstvennyj zhurnal*. 5. S. 39–47. [in Russian].

Bogdanova, A.M., Poedinok, N.T. (1981). *Fiziologicheskie kriterii optimizacii sernogo pitaniya saharnoj svekly: tezisy regionalnogo Ukrainy i Moldavii sovesha-niya* [Optimizaciya pitaniya rastenij v usloviyah intensivnyh tehnologij] [Physiological criteria for optimizing the sulfur nutrition of sugar beets: theses of the regional Ukraine and Moldova meeting [Optimization of plant nutrition in intensive technologies]. Kishinev. S. 33. [in Russian].

Derzhstat
http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/s_g/pvzu/arch_pvzu.htm [in Ukrainian].

Dyachenko, V.S. (1987). *Hranenie kartofelya, ovoshej i plodov* [Storage of potatoes, vegetables and fruits]. – Moskva: Agropomizdat. 191 s. [in Russian].

Hamaliei, V.I. (2008). *Sirka v suchasnykh ahrolandshaftakh lisostepu* [Sulfur in modern agrolandscapes of forest–steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 9. S. 14–17. [in Ukrainian].

Ivanova, A.V. (2018) *Balans sery v sevooborotah i effektivnost serosoderzhashih udobrenij v usloviyah dernovo–podzolistykh pochv respubliky marij el: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 06.01.04 Ust–Kinelskij* [Balans sery v sevooborotakh i effektivnost' serosoderzhashchikh udobrenij v usloviyakh dernovo–podzolistykh pochv respubliky marij el: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 06.01.04 Ust–Kinel'skiy]. 18 s. [in Russian].

Jordan, H. (1964). *Sulfur as a plant nutrient in the Southen United States: Techn. Bull. 1297*. Washington. [in English].

Mosali, J. [et al.] (2005). *Forage and Grain Yield Response to Applied Sulfur in Winter Wheat as Influenced by Source and Rate*. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 28. P. 1541–1553. [in English].

Maslova, I.Ya., Yakusheva, T.G., Sharkov I.N. (2008). *Osobennosti popolneniya fonda dostupnoj rasteniyam sery v pochvakh s raznoj*

konservativnostyu gumusa [Features of replenishment of the sulfur available to plants in soils with different conservative humus]. *Agrokhimiya*. 3. S. 5–14. [in Russian].

Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]: /red. H.L. Bondarenko, K.I. Yakovenko. Kharkiv.: Osnova, 2001. 369 s. [in Ukrainian].

Norton, R. Mikkelsen, R., Dzhsensen, T. (2014). *Znachenie sery v pitanii rastenij* [The value of sulfur in plant nutrition]. *Pitanie rastenij*. №3. S. 2–5. [in Russian].

Slyusarev, V.N. (2007). *Sera v pochvakh Severo–zapadnogo Kavkaza (agro–ekologicheskie aspekty): monografiya* [Sulfur in the soils of the Northwest Caucasus (agro–ecological aspects): monograph]. Krasnodar: KubGAU. 230 s. [in Russian].

Smittle, D.A. (1984). *Georgia agr. Exper. Sxper.stat annual rep*. Athens Ga, V.455, p.1–10. [in English].

Tretiak, S.V., Polishchuk, S.F. (1994). *Vplyv azotno–sirkovoho zhyvlennia na urozhainist, yakist i lezhkist tsybuli–ripky* [The effect of nitrogen–sulfur nutrition on the yield, quality and shelf life of onions] *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*. K.: Urozhai.. V. 39. [in Ukrainian].

Tsybulia. Tekhnolohiia vyroshchuvannia. Zahalni vymohy. DSTU 6012:2008. [Onion. Growing technology. General requirements. DSTU 6012: 2008.]. [Chynnyi vid 2010.01.01.]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2008. 15 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy). [in Ukrainian].

Udobrennia ovochevykh i bashtannykh kultur: Monohrafiia [Fertilizers for vegetables and melons: Monograph]/ Korniienko S. I., Honcharenko V. Yu., Khodieieva L. P., Hladkikh R. P., Paramonova T. V., Kuts O. V., Horova T. K., Kormosh S. M., Hordiienko I. M., Koltunov V. A., Pashchenko V. F., Illiushenko H. Ya. [za red. doktoriv s.–h. nauk Korniienska S. I, Honcharenka V. Yu.]. Vinnytsia: TOV «Nilan–LTD», 2014. 370 s. [in Ukrainian].

Welsch, Daniel L. Bums, Douglas A., Murdoch, Peter S. (2004). *Processes affecting the response of sulfate concentrations to clearcutting in a northern hardwood forest Catskill Mountains New York USA*. *Biogeochemistry*. V. 68, 3, P. 337–354. [in English].