

ВПЛИВ ОБРОБКИ ПОСІВІВ ЧАСНИКУ АМІНОКИСЛОТАМИ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЦИБУЛИН

Яценко Вячеслав Васильович

доктор філософії, старший викладач

Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

ORCID: 0000-0003-2989-0564

slaviksklavin16@gmail.com

У статті проаналізовано дані, пов'язані з формуванням технологічних властивостей часнику за використання розчинів амінокислот для обробки посівів, що впливало на зберігання цибулин. Дослідження проводилось у 2017–2020 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України. Представлено результати дослідження з впливу обробки органічними кислотами: саліцилова (300 ppm), гіберелінова (150 ppm) та аскорбінова кислоти (200 ppm) на рослинах часнику (*Allium sativum* L.). Упродовж періоду зберігання вивчали природні втрати маси, відсоток уражених цибулин, відсоток пророслих й всохлих цибулин. Цибулини часнику закладали на зберігання в один день, у триразовій повторності, маса середнього зразка 10 кг. Зберігали у холодильній камері Polair Standard KXH–8,81 за температури $5 \pm 0,3$ °C та відносної вологості повітря 75 %, а також в неконтрольованих умовах у полімерних ящиках. Результати показали, що накопичені втрати вологи збільшувалися з розміром цибулини та терміном зберігання. Великий вплив на втрату маси мала холодопильна система зберігання, де відзначали найменші втрати маси (8,7–14,7 %), порівняно з неконтрольованими умовами. Так система зберігання за кімнатної температури зафіксувала найвище значення (30,4–39,8 %). Найменші загальні втрати маси зафіксували за використання саліцилової та аскорбінової кислот – 30,4 і 35,8 %, тоді як холодильною системою – 8,7 і 9,6 %. Відсоток проростання коливався від 24,8–30,0 % за зберігання у неконтрольованих умовах та 6,5–10,4 % за холодильної системи зберігання. Відсоток всохлих цибулин коливався від 2,9–4,4 % і 0,7–1,1 % за кімнатної і холодильної систем зберігання. Пророслих цибулин за кімнатної й холодильної систем було у межах 1,7–3,4 та 1,2–1,7 %; уражених патогенами – 1,1–2,2 і 0,6–1,3 % відповідно до систем зберігання. Найнижчі показники уражених цибулин, відсоток пророслих й всохлих цибулин відзначали за використання на посівах саліцилової та аскорбінової кислот. Отримані дані можуть слугувати теоретичною основою для виробників з огляду на цілі, для яких вирощується продукція (для реалізації в свіжому вигляді, переробки або зберігання).

Ключові слова: втрата маси, умови зберігання, цибулина.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.24>

Вступ. Часник (*Allium sativum*) культивується з давніх часів у всьому світі. За споживанням і об'ємами виробництва займає друге місце серед Цибулевих. Часник володіє лікувальними властивостями, є важливим інгредієнтом для приготування більшості спецій у всьому світі. Часник використовується як у свіжому, так і у висушеному стані в харчовій промисловості. Його висушують у різні продукти, такі як пластівці та порошок. Часник в основному вживається як приправа до різних готових страв, таких як майонез і томатний соус, заправка для салатів, м'ясних виробів та маринуваних продуктів (De Iserpi et al., 2021).

В Україні часник збирають з липня по серпень і зберігають при кімнатній температурі або у холодильниках, щоб задовольнити попит споживачів. Коли часник проростає, його період спокою та ефективний термін зберігання закінчуються, а якість знижується, що призводить до зниження ціни продажу (Iglesias & Fraga, 1998; Mann & Lewis, 1956). Вчені вказали, що період спокою часнику залежить від температури та часу зберігання.

Згідно Державного стандарту, часник 1-го ґатунку повинен мати такі характеристики: цибулина дозріла, здорова, чиста та компактна, зберігає зовнішні луски, не має видимих проростків, пошкоджень комахами чи знебарвлення через вплив сонця, зубки виповнені, добре розвинені та непошкоджені (ДСТУ). Ці характеристики разом з розміром і відсутністю фізіологічних порушень,

таких як гниль цибулин, є важливими для визначення якості продукту. Науковці (Cantwell, 2004; Hidayat et al., 2022; Singh et al., 2014) вказують на те, що цибулина також повинна мати високий відсоток сухих речовин і сухих розчинних речовин (>35% в обох випадках). Тим не менш, це не дослідження внутрішніх якісних характеристик часнику, які доповнюють загальні критерії норми ДСТУ, а ті, які використовуються як фактори для прогнозування терміну зберігання.

Часник не вважається продуктом, що швидко псується (Sharma et al., 2020; Kashmire & Cantwell, 1992). Добре збережена висушена шийка та зовнішні луски подовжують термін зберігання, хоча в кінцевому підсумку він проросте (кінець періоду спокою). Його метаболізм посилиться, якість почне змінюватися, стане більш вразливим до мікроорганізмів і хвороб (Brewster, 1994; Akan & Gunes, 2021). Важливою функцією технології зберігання, транспортування та збуту часнику є збереження в стані спокою якомога довше (Castaño et al., 2005). Адекватне розуміння фізіології спокою є необхідністю для розробки оптимальної системи зберігання (Akan et al., 2022; Hidayat et al., 2022).

Під час зберігання сахароза і крохмаль значно втрачаються, інші неспоживані вуглеводи перетворюються в глюкозу і накопичуються в тканинах та сприяють посиленню проростання зубків (Cantwell et al., 2003). За зберігання при 10 °C упродовж 30 днів підвищується інтенсивність проростання і відсоток

сходів (Youssef, 2013; Sasmitaloka et al., 2021). Індуктивний ефект холодного зберігання залежить не тільки від температурного режиму, а й від його тривалості зберігання та відносної вологості повітря (Del Pozo & Gonzalez, 2005; Madhu et al., 2019).

Ми бачимо, що важливо розуміти, як змінюється якість часнику вирощеного за різних умов і його зберігання в різних середовищах, пов'язувати це з періодом спокою і, таким чином, мати можливість передбачати термін придатності продукту до споживання. Виробництво часнику є сезонним, і більша частина цієї продукції використовується для внутрішнього споживання протягом усього року. Тому належне зберігання є важливим для подолання проблеми попиту та пропозиції. За існуючою системою основна маса часнику зберігається у неконтрольованих умовах, де його кладуть у купи під укриття матеріали, і витримують у атмосферних умовах впродовж 5 місяців. Загальні втрати маси при цьому методі становлять близько 50 %, що здебільшого пов'язано з втратою вологи та ураженням часнику шкідниками і фітопатогенами.

Мета дослідження – виявити вплив обробки посівів амінокислотами (гіберелінова, аскорбінова та саліцилова) і підживлення мікроелементами (Fe, Zn, B) на технологічні властивості (збереженість) цибулин часнику озимого сорту Любаша у неконтрольованих умовах і за холодильної системи зберігання.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження впливу органічних кислот проводили впродовж 2017–2020 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва відповідно до загальноприйнятих методик (Bondarenko & Yakovenko, 2001). Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Погодні умови вегетаційних періодів 2017–2019 рр. за основними метеорологічними показниками були не однаковими, тому ефективність досліджених заходів оцінено об'єктивно, а отримані дані були достовірними.

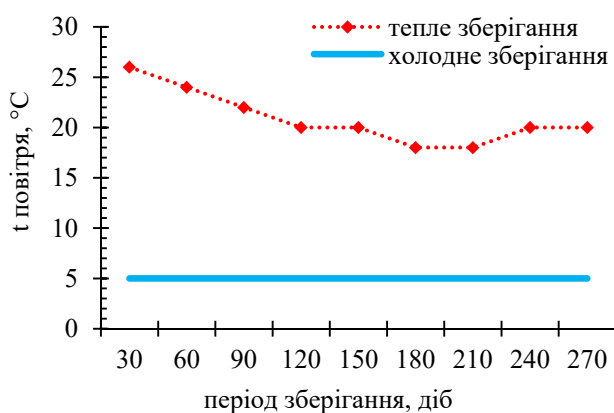


Рис. 1. Показники температури повітря (°C) за умов теплового і холодного зберігання (2017–2020)

Висаджування зубків часнику виконували за схемою 45×6 см, 5–10 жовтня. Загальна площа дослідів 400 м²; дослідної ділянки 100 м²; облікова площа 10 м². Варіанти дослідів розміщували системно, повторність – чотириразова.

Дворазову обробку рослин проводили на 40 та 50 добу після початку весняного відростання. В умовах Правобережного Лісостепу України на 40 та 50 добу від початку весняного відростання спостерігається інтенсивне наростання вегетативної маси рослин часнику і саме в цей період спостерігаються останні весняні заморозки.

Однофакторний дослід складався з обробки посівів часнику розчинами саліцилової кислоти (СА) – C₆H₄(OH)COOH (300 ppm) (Shama et al., 2016), гіберелінової кислоти (ГК₃) – C₁₉H₂₂O₆ (150 ppm) (Abd-Elkader, 2016) та аскорбінової кислоти (АК) – C₆H₈O₆ (200 ppm) (Naz et al., 2016), а також контроль – обробка водою.

Режими зберігання часнику. На зберігання товарну продукцію (стандартні цибулини – діаметром не менше ніж 25 мм) закладали одразу після збору врожаю (DSTU 3233–95, 1995). Зберігання проводили згідно з рекомендаціями MacKay (1984). Цибулини часнику озимого на зберігання закладали впродовж одного дня, у триразовій повторності, маса середнього зразка 10 кг. Зберігали у холодильній камері Polair Standard KXH–8,81 за температури 5 ± 0,3° С та відносної вологості повітря 75 %, у полімерних ящиках № 6 ОСТ 10–15–86 (DSTU 4971:2008, 2009). Зберігання тривало 270 днів. Упродовж даного періоду показники температури повітря та відносної вологості за неконтрольованого режиму в кімнатних умовах були відносно стабільними, а у холодильній камері – суворо контрольованими і зберігалися на одному рівні впродовж всього періоду.

Статистичний аналіз. Для аналізу мінливості ознак використовували показник коефіцієнта варіації – відношення середнього квадратичного відхилення (SD) до середнього арифметичного (\bar{X}), що виражається у відсотках: CV = SD/ \bar{X} .

Для порівняння мінливості ознак, що виражені в різних одиницях вимірювання, застосовували коефіцієнт

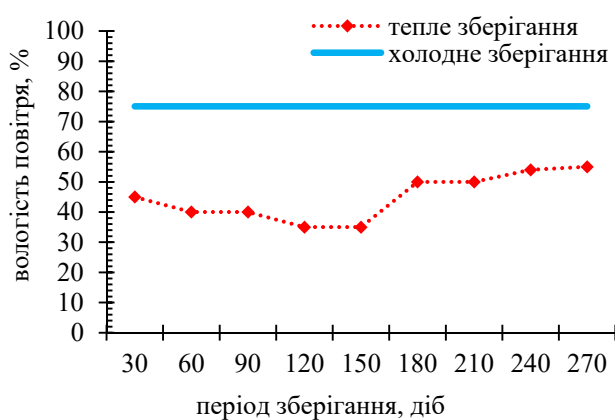


Рис. 2. Показники відносної вологості повітря (%) за умов теплового і холодного зберігання (2017–2020)

варіації. Ступінь варіювання вимірювали за шкалою відношень: $CV < 10\%$ – варіація слабка; $CV 11\text{--}25\%$ – середня; $CV > 25\%$ – значна (Chacon et al., 2005), з використанням комп'ютерних програм Excel та Statistica 10.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з розрахунком середнього арифметичного (\bar{x}) стандартного відхилення (SD), визначеного за допомогою Microsoft Excel 2019.

Результати. Як логістичний етап зберігання забезпечує мінімальні втрати якості та кількості впродовж попередньо визначеного терміну. Показниками збереженості є: вихід стандартної продукції, розмір втрат та термін зберігання. Вихід стандартної продукції і втрати пов'язані зворотною залежністю. Обидва показники залежать від умов і термінів зберігання (Kodera et al., 2002; Pusik & Nordiyenko, 2011).

При зберіганні цибулин часнику в них відбуваються різноманітні біохімічні процеси та випаровування вологи, яка знаходиться в тканинах. Це призводить до зменшення абсолютної і збільшення відносної кількості сухих речовин. Тому за динамікою останніх можна судити про інтенсивність вище вказаних процесів та їх вплив на лежкість і якість матеріалу часнику, що зберігається. Стан спокою розглядається як блокування процесу поділу клітин, зумовлене зниження фізіолого-біохімічних процесів.

Результати досліджень демонструють, що максимальні втрати маси цибулини відбуваються у перший період (0–30 днів) після збору врожаю – 14,8–18,2 % за теплового і 3,8–6,2 % за холодного зберігання. Динаміка втрат маси цибулин була наступною: за зберігання у неконтрольованих умовах, починаючи з 60-ої до 180-ої доби, щомісячні втрати поступово зростали (в середньому з 1,8 до 3,1 %/міс.), починаючи з 210-ої доби – знижувалися (в середньому з 2,8 до 2,0 %/міс.)

За холодного зберігання у контрольованих умовах втрати були значно нижчі, а їх динаміка дещо відрізнялася. Так, починаючи з 60-ої до 150-ої доби спостерігали зниження втрати маси цибулин (в середньому з 0,7 до 0,4 %/міс.), починаючи з 180-ої, відзначали істотне збільшення втрат маси цибулин (в середньому з 0,6 до 1,6 %/міс.) (табл. 1).

Відзначено, що продукція дослідних варіантів, посіви якої оброблялися розчинами амінокислот, характеризувалася нижчими показниками втрат маси цибулини за зберігання у неконтрольованих умовах у період 0–240 днів, відносно контролю та впродовж всього терміну за холодного зберігання у контрольованих умовах. Якщо виокремлювати найбільш ефективний варіант обробки рослин, кращим виявився варіант із саліциловою та аскорбіновою кислотами, де сумарні втрати склали 30,4 і 35,8 % та 8,7 і 9,6 % за зберігання у неконтрольованих і контрольованих умовах відповідно (рис. 3).

Отже, виходячи з отриманих результатів, можна зробити висновок, що для тривалого зберігання, незалежно від умов, доцільно використовувати ті цибулини, посіви яких оброблялися саліциловою та аскорбіновою кислотами, що сприяло істотному зниженню сумарних втрат маси.

Найбільша кількість уражених цибулин відзначалася у варіанті з використанням гіберелінової кислоти 3,1 і 1,5 % за теплового і холодного зберігання, що більше відносно контролю на 0,9 і 0,2 % відповідно до способу зберігання.

Загалом, за використання гіберелінової кислоти відзначали найбільші втрати від ураження хворобами, проростання та усохлих цибулин, що можна пояснити високою фізіологічною активністю кислоти і відповідно її впливом на спокій зубків (табл. 2).

Дані отримані іншими науковцями вказують на те, що загалом, часник оброблений GA3 упродовж всього періоду

Таблиця 1

Структура щомісячних втрат маси цибулини за теплового зберігання, %

Варіант	Втрати маси цибулини (%) у період зберігання, днів після збору врожаю								
	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Зберігання у неконтрольованих умовах									
Контроль	18,2	2,2	2,5	2,7	3,0	3,5	3,1	2,6	2,0
СА	14,8	1,4	1,6	1,9	2,3	2,6	2,5	2,0	1,3
ГК	17,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,3	2,8	2,5	2,5
АК	17,3	1,7	1,8	2,1	2,7	3,1	2,6	2,4	2,1
Xmed	17,0	1,8	2,0	2,2	2,7	3,1	2,8	2,4	2,0
SD	1,32	0,29	0,34	0,29	0,25	0,33	0,23	0,23	0,43
CV,%	8	16	17	13	9	11	8	10	22
Зберігання у холодильній камері									
Контроль	6,4	0,9	0,6	0,5	0,5	0,7	1,1	1,6	2,4
СА	3,8	0,6	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	1,2
ГК	6,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,3	1,4
АК	4,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7	0,9	1,4
Xmed	5,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6
SD	1,12	0,12	0,08	0,04	0,08	0,07	0,19	0,32	0,47
CV,%	22	17	17	10	22	12	23	28	29

Примітка: СА – саліцилова кислота; ГК – гіберелінова кислота; АК – аскорбінова кислота

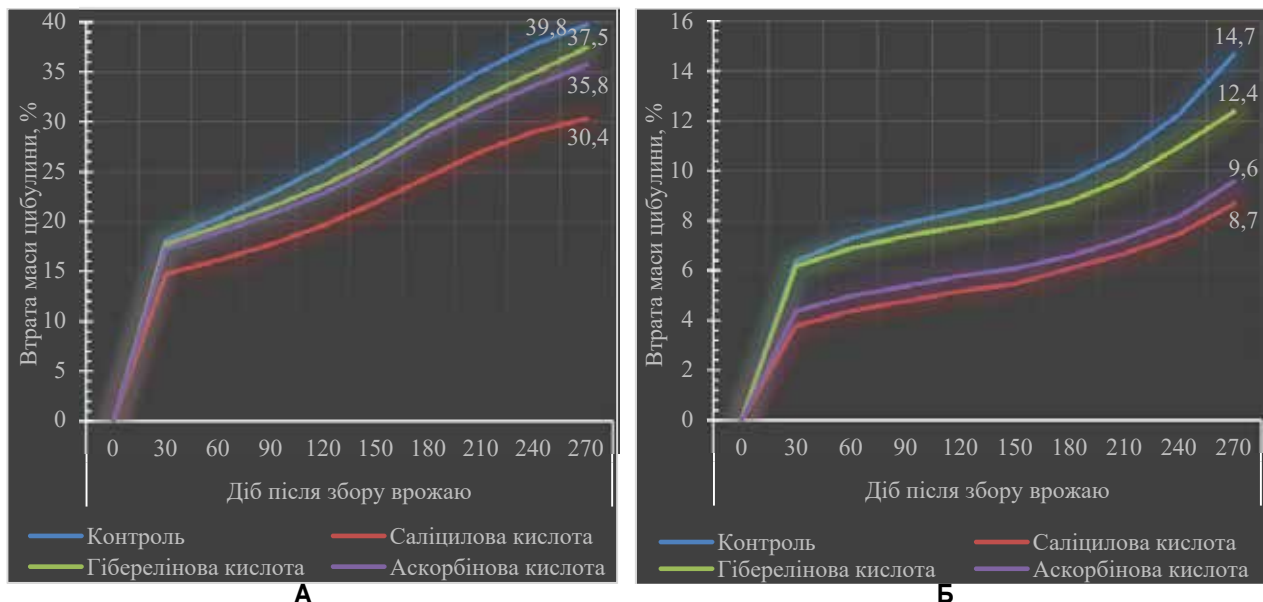


Рис. 3 Динаміка сумарних втрат маси цибулин часнику, обробленого амінокислотами за теплого (А) і холодного (Б) зберігання (2017–2020)

Таблиця 2

Розподіл втрат маси цибулини по категоріям на кінець періоду зберігання

Варіант	Природні втрати маси, %	Втрати за рахунок ураження хворобами, %	Пророслі цибулини, %	Усохлі цибулини, %
Зберігання у неконтрольованих умовах				
Контроль	29,8	2,2	3,4	4,4
СА	24,6	1,1	2,2	2,5
ГК	25,9	3,1	5,3	3,2
АК	30,0	1,2	1,7	2,9
Xmed	27,6	1,9	3,2	3,3
SD	2,37	0,82	1,39	0,71
CV,%	9	43	44	22
Зберігання у холодильній камері				
Контроль	10,4	1,3	1,3	1,7
СА	6,0	0,6	1,3	0,8
ГК	8,0	1,5	1,7	1,2
АК	6,5	0,7	1,2	1,2
Xmed	7,7	1,0	1,4	1,2
SD	1,71	0,38	0,19	0,32
CV,%	22	37	14	26

Примітка: СА – саліцилова кислота; ГК – гіберелінова кислота; АК – аскорбінова кислота

холодного зберігання показав кращий відсоток схожості за весняного садіння. Ці результати узгоджуються із спостереженням (Rahman et al., 2008). Частка зубків у цибулині збільшувалася за використання гіберелінів, які підвищили схожість та/або лікування, що ймовірно, може бути пов'язано з підвищенням вмісту амінокислот в ембріоні, який є джерелом гідролітичного ферменту, необхідного для перетворення ендоспермічного крохмалю, коли зубки відновлюють ріст (Mayer & Poljakoff, 1989; Soyler & Khawar, 2007; Таууба et al., 2012).

Середні дані втрат маси цибулини, наведені на рисунку 4, показують, що за зберігання у неконтрольованих умовах динаміка втрат маси наростає до 180 доби

і потім поступово знижується. Це пов'язано з більш інтенсивним диханням та закінченням періоду спокою зубків.

За зберігання у холодильній камері динаміка втрати маси була дещо іншою. Так, низька температура сприяла зниженню інтенсивності дихання цибулин та відповідно, продовженню періоду спокою зубків, що підтверджується зниженням втрат маси цибулини з 60 до 150 доби і поступовим зростанням втрат з 180 доби.

Обговорення. Cantwell M.I. (Cantwell, 2004) вказав, що часник можна зберігати при кімнатній температурі (20–30 °C) протягом 1 або 2 місяців. Однак цибулини з часом втрачають свою твердість, стають губчастими і змінюються через втрату води.

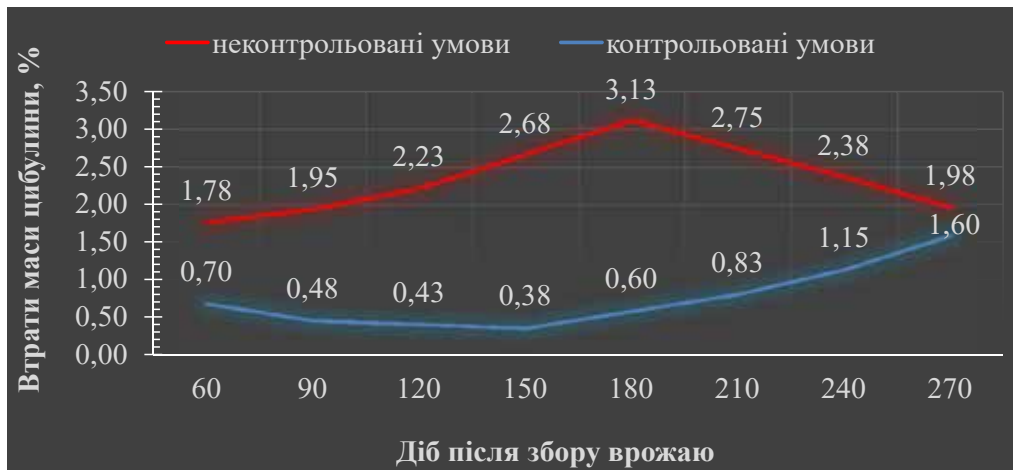


Рис. 4. Усереднені показники (без врахування періоду 0–30 діб) втрат маси цибулини часнику залежно від температурного режиму (2017–2020)

У часнику, що зберігається при температурі від 5 до 18 °С, період спокою швидко закінчується; оптимальна температура від –1 до 0 °С.

Miedema P. (Miedema, 1994), повідомляє, що температура від 10 до 20 °С викликала проростання, а J. L. Brewster та H.D. Rabinowitch (Brewster & Rabinowitch, 1990) додає, що частота дихання була більшою при 5, 10 і 15 °С, ніж при 0 °С або 20 °С. A.A. Abdalla та L.K. Mann (Abdalla & Mann, 1963), вказують, що у цибулин, які зберігалися при 10 і 15 °С, було більше сходів, ніж при низьких (0 °С) або високих (40 °С) температурах.

G. Volk та ін. (Volk et al., 2004) повідомили, що цибулини часнику, зібрані влітку, часто зберігаються при кімнатній температурі між моментом збору врожаю і досушуванням, а також споживанням або посадкою восени. Якість цих цибулин зазвичай різко погіршується через 6 місяців після збору врожаю. Цибулини часнику зберігали при –3 або 5 °С впродовж 6 місяців, щоб визначити, чи можна зберегти цибулини для весняної посадки. Реакція на умови холодного зберігання була залежною від сорту. Виявлено, що більшість висушених цибулин часнику, які зберігалися при –3 °С протягом 6 місяців, успішно формували зубчики в цибулинах при посадці наступної весни. На відміну від високоякісних цибулин, утворених після зберігання –3 °С, цибулини, які зберігалися при 0 °С впродовж 6 місяців, часто утворювали бічні зубчики та мали нещільні луски. В іншому дослідженні цибулини часнику, які зберігалися при температурі 0, 5, 15 або 23 °С, демонстрували вищу інтенсивність росту пагонів у зубчиках під час зберігання, ніж цибулини, які зберігалися при –3 °С. Після 9 місяців зберігання при температурі –3 °С цибулини, які потім витримували

при кімнатній температурі, зберігали якісні характеристики свіжозібраного часнику (твердість, смак) протягом щонайменше 2 місяців. Ці дослідження показують, що висушений часник можна висаджувати навесні та вживати цілий рік, якщо цибулини зберігаються при –3 °С.

Шість партій по 360 цибулин часнику сорту Perla зберігали протягом 190 днів при 0, 5, 20 і 30 °С та відносній вологості 70 %, та при кімнатній температурі (17,7±7 °С). Систематично реєстрували втрату маси, суб'єктивну твердість цибулин, внутрішній індекс проростання, вміст сухих розчинних речовин і сухої речовини в зубчиках. Втрата маси та індекс внутрішнього проростання мали негативну кореляцію з суб'єктивною твердістю. Зберігання при 5 °С, 20 °С і кімнатній температурі викликало проростання, а подальший ріст вплинув на втрату стійкості та кольору. Повне проростання (>100%) спричинило втрату маси на 9–11% при цих температурах (Vázquez–Barrios et al., 2006).

Висновки. Отже, в результаті проведених досліджень вивчено динаміку зміни втрат маси цибулини часнику залежно від обробки посівів розчинами амінокислот. Виявлено, що найбільш інтенсивні втрати маси проходять у перший місяць після збору врожаю за рахунок накопиченого об'єму вологи. Вивчено різницю втрат маси цибулини за категоріями залежно від чинників вирощування та системи зберігання, де вказується, що за холодильної системи зберігання цибулини менше всихають, проростають, уражуються патогенами та істотно повільніше втрачають масу, що прямо впливає на товарність продукції впродовж періоду зберігання. Отримані дані слугуватимуть теоретичною основою виробникам з огляду які на цілі вирощується продукція (реалізація в свіжому вигляді, переробки або зберігання).

Бібліографічні посилання:

1. Abdalla, A.A. & Mann, L.K. (1963). Bulb development in the onion (*Allium cepa*) and the effect of storage temperature on bulb rest. *Hilgardia*, 35(5), 85–112.
2. Abd–Elkader, D. Y. (2016) Effect of Foliar Spraying with Micronutrients and Salicylic Acid on Growth, Yield and Quality of Garlic Plants. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 61(6), 651.
3. Akan S. & Gunes, N. (2021). Potential effects of storage period, warehouse locations, and methyl jasmonate in long-term stored garlic bulbs. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45, 79–90. doi: 0.3906/tar–2004–104.

4. Akan, S., Yarali K. F. & Horzum, Ö. (2022). Differential response of softneck and hardneck garlic ecotypes to quality attributes for long-term storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34, 346–357. doi: 10.9755/ejfa.2022.v34.i4.2845.
5. Bondarenko, H. L. & Yakovenko, K. I. (2001). *Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental work in vegetable and melon]. Osнова, Kharkiv, 369 (in Ukrainian).
6. Brewster, J. L. & Rabinowitch, H.D. (1990). *Allium sativum*. Onions and Allied Crops: Biochemistry Food Science and Minour Crops. vol. III, CRC Press, Boca Raton, 109–158.
7. Brewster, J.L. (1994). Onions and other vegetable alliums. CAB International, University Press, UK.
8. Cantwell, M.I. (2004). Garlic. Recommendations for maintaining postharvest quality. Access mode: URL: https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=16&ds=799
9. Castaño, E., Mercado-Silva, E., Gonzalez, F., Gorrostieta, C., Chamorro, J., Vazquez, E., Aguirre Torres, V. (2005). Statistical Functional Modeling of Quality Changes of Garlic under Different Storage Regimes. *Journal of Data Science*, 4(2) 233–246. doi: 10.6339/JDS.2006.04(2).245
10. Chacon, M., Pickersgill, P., & Debouck, D. (2005). Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics*, 110(3), 432–444. doi: 10.1007/s00122-004-1842-2
11. Contwell, M.I., Kang, J. & Hong, G. (2003). Heat treatments control sprouting and rooting of garlic cloves. *Postharvest Biological Technology*, 30, 57–65.
12. De Iseppi, A., Curioni, A., Marangon, M., Vincenzi, S. & Lomolino, G. (2021). Garlic greening: Pigments' biosynthesis and control strategies. *Italian Journal of Food Science*, 33, 73–83. doi: 10.15586/ijfs.v33i1.1939.
13. Del Pozo, A. & Gonzalez, G. (2005). Developmental responses of garlic to temperature and photoperiod. *Agricultural Technology*, 65, 119–126.
14. DSTU 3233–95. Chasnyk svizhyy; Tekhnichni umovy [DSTU 3233–95. Fresh garlic; Technical conditions]. (1995). Kyiv: Derzhstandart Ukrayiny (in Ukrainian).
15. DSTU 4971:2008. Tekhnichni umovy. Yashchyky polimerni bahatooborotni dlya ovochiv i fruktiv [DSTU 4971:2008. Specifications. Boxes polymeric multiturnaround for vegetables and fruit]. (2009). Kyiv (in Ukrainian).
16. Hidayat, T. & Sasmitaloka, K. (2022). Quality Changes of Garlic Bulbs at Various Levels of Initial Moisture Content and Storage Temperature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024, 012021. doi: 10.1088/1755-1315/1024/1/012021
17. Hidayat, T., Sasmitaloka, K. & Setyadjit. (2022). Quality Changes of Garlic Bulbs at Various Levels of Initial Moisture Content and Storage Temperature. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024, 012021. doi: 10.1088/1755-1315/1024/1/012021
18. Iglesias, E. I. & Fraga, R. (1998). Suitable packaging and storage methods for postharvest preservation of garlic irradiated and unirradiated. *Alimentaria*. 295, 91–96.
19. Kashmire, F.R. & Cantwell, M. (1992). *Postharvest handling systems: underground vegetables (Rotos, tubers and bulbs)*. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Publication 3311 (2nd ed.), University of California, Davis CA, USA, 271.
20. Kodera, Y., Ayabe, M., Ogasawara, K., Yoshida, S., Hayashi, N., Ono, K. (2002). Allixin Accumulation with Long-term Storage of Garlic. *Chemical & pharmaceutical bulletin*, 50(3), 405–407. doi: 10.1248/cpb.50.405
21. MacKay, S. (1984). *Home storage of fruits and vegetables*. (Rev.). Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 240.
22. Madhu, B., Mudgal, V. & Singh Champawat, P. (2019). Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): A review. *Journal of Food Process Engineering*, 42(6): 170–189. doi: 10.1111/jfpe.13177
23. Mann, L.K. & Lewis D.A. (1956). Rest and dormancy in garlic. *Hilgardia* 26(3), 161–189.
24. Mayer, A.M. & Poljakoff, M.A. (1989). *The Germination of Seeds*. 4th ed. UK: Pergamon Press, 52–56.
25. Miedema, P. (1994). Bulb dormancy in onion. I. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *J. Hortic. Sci.*, 69, 29–39.
26. Naz, H., Akram, N. A. & Ashraf, M. (2016). Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*Cucumis Sativus*) plants under water-deficit conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 48(3), 879.
27. Pusik, L. M. & Hordiyenko, I. M. (2011). *Tekhnolohiia zberihannya plodiv, ovochiv ta vynohradu Kharkiv* [Technology of storage of fruits, vegetables and grapes Kharkiv]. Maydan, 198 (in Ukrainian).
28. Rahman, H.M., Haquel, S.M., Karim, A.M. & Ahmed, A. (2008). Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 1560(1), 63–65.
29. Sasmitaloka, K., Hidayat, T., Arif, A. & Jamal, I. (2021). The dormancy breaking of garlic seeds through thermal shock storage methods and soaking in gibberellin acid. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 653, 012108. doi: 10.1088/1755-1315/653/1/012108
30. Shama, M. A., Moussa, S. A. M. & Abo El Fade, N. I. (2016). Salicylic acid efficacy on resistance of garlic plants (*Allium sativum*, L.) to water salinity stress on growth, yield and its quality. *Alex.Sci.Exc.J.*, 37(2), 167.
31. Sharma, S. S., Dhall, R. K., Mittal, T. & Bhatia, S. (2020). Physio-chemical behavior of γ -irradiated garlic bulbs under ambient storage conditions. *Journal of Stored Products Research*, 87, 101629. doi: 10.1016/j.jspr.2020.101629
32. Singh, R., Dubey, B.K. & Bhonde, S.R. (2014). Studies on some genotypes for yield, quality and storage in garlic. *SAARC Journal of Agriculture*. 10(2), 165–169. doi: 10.3329/sja.v10i2.18337
33. Soyler, D. & Khawar, K.M. (2007). Seed germination of caper (*Capparis ovate* var. *herbacea*) using α naphthalene acetic acid and Gibberellic acid. *International Journal of Agricultural Biology*, 9, 35–37.
34. Tayyaba, H., Khalid, H., Saba, S. & Ahtisham, U. (2012). Effect of Gibberellic acid (GA_3) on morphological and physiological attributes of ispaghol (*Plantago ovata* L.). *International Journal of Water Resources and Arid Environments*, 2(6), 190–196.

35. Vázquez-Barrios, M.E, G. López-Echevarría, E. Mercado-Silv, E. Castaño-Tostado & León-González, F. (2006). Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 108(2), 127–132.
36. Volk, G.M., Rotindo, K.E. & Lyons, W. (2004). Low-temperature storage of garlic for spring planting. *HortScience*, 39(3), 571–573.
37. Youssef, S.N. (2013). Growth and bulbing of garlic as influenced by low temperature and storage period treatments. *Journal of Rural Observation*, 5(2), 47–56.

Yatsenko V.V., Doctor of Philosophy, Senior Lecturer, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

The effect of spraying garlic crops with amino acids on the storage of bulbs

*The article analyzes data related to the formation of technological properties of garlic during storage after spraying crops with amino acid solutions. The research was conducted in 2017–2020 in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. The results of a study on the effect of spraying with organic acids: salicylic (300 ppm), gibberellic (150 ppm) and ascorbic acid (200 ppm) on garlic plants (*Allium sativum* L.) are presented. During the storage period, the natural weight loss, the percentage of affected bulbs, the percentage of germinated and dried bulbs were studied. Garlic bulbs were stored in one day, in three repetitions, the weight of the average sample was 10 kg. They were stored in a Polair Standard KHN–8.81 refrigerating chamber at a temperature of 5 ± 0.3 °C and a relative humidity of 75 %, as well as in uncontrolled conditions in polymer boxes. The results showed that accumulated moisture loss increased with bulb size and shelf life. The cold storage system had a great influence on the weight loss, where the lowest weight loss was noted (8.7–14.7%), compared to uncontrolled conditions. Thus, the storage system at room temperature recorded the highest value (30.4–39.8%). The lowest total mass losses were recorded with the use of salicylic and ascorbic acids – 30.4 and 35.8%, while with the refrigeration system – 8.7 and 9.6%. Germination percentage ranged from 24.8–30.0% for storage under uncontrolled conditions and 6.5–10.4% for refrigerated storage. The percentage of dried bulbs ranged from 2.9–4.4% and 0.7–1.1% under room and refrigerated storage systems. Sprouted bulbs under room and refrigeration systems were in the range of 1.7–3.4 and 1.2–1.7%; affected by pathogens – 1.1–2.2 and 0.6–1.3%, according to the storage systems. The lowest rates of affected bulbs, the percentage of germinated and dried bulbs were noted for the use of salicylic and ascorbic acids on crops. The obtained data can serve as a theoretical basis for producers considering the purposes for which products are grown (for fresh sale, processing or storage).*

Key words: weight loss, storage conditions, bulb.