

**Віктор КОЛТУНОВ,
Мар'яна БУЛАХ**

ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ПЛОДІВ ГАРБУЗА ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Досліджено інтенсивність дихання різних видів і сортів плодів гарбуза, вирощених в умовах Західного Полісся. Виявлено загальні закономірності змін цього показника під час зберігання. Визначено кількість надлишкового вуглекислого газу та тепла, яку необхідно видалити зі сховищ при зберіганні плодів гарбуза.

Ключові слова: плоди гарбуза, зав'язь, зберігання, фізіологічні властивості, інтенсивність дихання, абіотичні фактори, фізичні показники, охолодження, тепло-виділення, вуглекислий газ, вентилявання.

Колтунов В., Булах М. Интенсивность дыхания плодов тыквы при хранении. Исследована интенсивность дыхания разных видов и сортов плодов тыквы, выращенных в условиях Западного Полесья. Выявлены общие закономерности изменений этого показателя в процессе хранения. Определены количество избыточного углекислого газа и тепла, которые необходимо удалить из хранилищ при хранении плодов тыквы.

Ключевые слова: плоды тыквы, завязь, хранение, физиологические свойства, интенсивность дыхания, абиотические факторы, физические показатели, охлаждение, тепловыделение, углекислый газ, вентиляция.

Постановка проблеми. Усі процеси, що відбуваються в плодах і овочах при зберіганні, пов'язані з диханням, інтенсивність якого залежить від об'єктивного стану плодів. Процес дихання плодів гарбуза забезпечує їх енергією, одержаною за рахунок окислення біологічних

© Віктор Колтунов, Мар'яна Булах, 2015

субстратів, що містяться в клітинах. При диханні вивільняється енергія, накопичена плодами під час їх росту та формування. Саме тому інтенсивність дихання безпосередньо залежить від сорту, абіотичних умов вирощування, режиму та способів транспортування і зберігання, характеру й виду механічних пошкоджень, хвороб та інших факторів. Чим інтенсивніше дихають плоди, тим швидше відбувається гідроліз і втрати вуглеводів і води, виникають захворювання та функціональні розлади, зростають загальні втрати [1]. Плоди, які надходять на тривале зберігання до овочесховищ, відрізняються за фізіологічним станом, оскільки їх не сортують і не калібрують. Ось чому визначення характерних особливостей процесу дихання на різних стадіях зберігання плодів гарбуза, відмінних за біологічним ступенем стиглості, є актуальним.

Дослідженнями фізіологічних процесів, які протікають у плодах і овочах, займалися вчені А. С. Гінзбург і М. А. Громов [2], В. З. Жадан [3], Т. Н. Іванова, В. С. Житникова [4] та ін. Проте їх роботи не були присвячені дослідженню процесу дихання в плодах гарбуза. Змінам фізичних і органолептичних показників гарбуза при зберіганні присвячені дослідження зарубіжних вчених [5–7]. Питання змін фізіологічних властивостей в цих роботах також залишається невисвітленим. Отже, інформація щодо фізіологічних властивостей плодів гарбуза в літературних джерелах є узагальненою і опосередкованою, не враховує їх умов вирощування, ступеня стиглості, виду та сорту. Дослідження інтенсивності дихання плодів гарбуза, придатних і перспективних для поширення на території Полісся, та її зміни при зберіганні досі не проводилися.

Мета роботи – дослідження інтенсивності дихання плодів гарбуза під час зберігання.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – плоди гарбуза 3-х видів 11-ти ботанічних сортів, районованих в Україні та перспективних у зоні Полісся [8]. Визначено інтенсивність дихання різних за черговістю зав'язей, зміни показника під час зберігання та кількість виділеного тепла. Інтенсивність дихання визначено методом присосок із використанням баритової води та НСІ за кількістю mg CO_2 на 1 кг за годину. Дослідження проведено під час зберігання через 30, 60, 90, 120 і 150 днів (у статті не представлено проміжні дані через 60 і 120 днів). Тепловиділення продукції розраховано за кількістю тепла при виділенні 1 г CO_2 за годину [9].

Результати дослідження. Встановлено, що за перші 30 днів зберігання інтенсивність дихання плодів гарбуза всіх видів і сортів досить висока й коливається в широких межах – 47.9–141.5 мг CO_2 (табл. 1). При цьому найінтенсивніше дихали твердокорі сорти – в середньому 82.4 мг CO_2 , далі мускатні – 75.8 і великоплідні – 71.7. Інтенсивність дихання пізніх зав'язей значно вища, ніж у перших, і залишається такою до кінця зберігання. Ця закономірність поясню-

ється тим, що кожна наступна зав'язь молодша попередньої, має недорозвинений плід та інший фізіологічний стан, оскільки плоди одержали менше тепла і в них не закінчився період досягання.

Із мускатних сортів при закладанні на зберігання найменш інтенсивно дихають плоди сорту *Руж Віф Д'етамп* (у середньому 68.1 мг CO₂), проте спостерігається значне коливання виділеного вуглекислого газу залежно від черговості зав'язей (57.8–72.9 мг CO₂). Наприкінці терміну зберігання найменше зростає інтенсивність дихання плодів сорту *Гілея*, що також належить до цього виду – 69.1–79.8 мг CO₂, найбільше – сорту *Арабатський* – від 85.8 (плоди 1-ї зав'язі) до 149.7 мг CO₂ (плоди 4-ї зав'язі).

Таблиця 1

Інтенсивність дихання плодів гарбуза залежно від сорту та періоду зберігання (середні дані 2009–2012 рр.)

Вид і ботанічний сорт	Виділено мг CO ₂ на 1 кг гарбуза за період зберігання					
	30 днів		90 днів		150 днів	
	усього	середнє за 1 год	усього	середнє за 1 год	усього	середнє за 1 год
Мускатні:						
<i>Новинка</i>	52887.6	73.5	58111.7	80.7	63489.0	88.2
<i>Арабатський</i>	66085.9	91.8	61266.6	75.0	64328.0	97.9
<i>Гілея</i>	45055.6	62.6	51108.3	71.0	53575.5	74.5
<i>Руж Віф Д'етамп</i>	49056.1	68.2	45633.3	51.6	42661.7	74.5
Великоплідні:						
<i>Славута</i>	45338.1	63.0	48018.9	66.8	54208.4	75.3
<i>Стофунтовий</i>	56478.3	78.4	50035.0	58.6	44981.5	75.3
<i>Херсонський</i>	48303.6	67.1	49770.8	69.1	51028.3	70.9
Твердокорі:						
<i>Мозоліївський</i>	60528.4	84.1	64829.2	90.1	59665.4	87.9
<i>Ждана</i>	52807.0	73.4	50750.7	70.5	49601.6	82.2
<i>Лель</i>	51435.0	71.5	51941.9	72.2	48168.2	78.1
<i>Український багатоплідний</i>	62749.9	87.2	79073.7	109.8	80147.6	119.4

Із великоплідних сортів на початку зберігання менш інтенсивно дихають плоди сорту *Славута* – 57.7–68.3 мг CO₂. Наприкінці терміну зберігання мінімально зростає інтенсивність дихання великоплідних гарбузів сорту *Херсонський* – 69.5–72.3 мг CO₂. Серед сортів цього виду найінтенсивніше на початку та наприкінці зберігання дихають плоди гарбуза *Стофунтового*, відповідно 57.8–107.8 і 65.7–87.5 мг CO₂. Твердокорі сорти дихають досить інтенсивно як на початку, так і наприкінці зберігання. Цей показник найменший на початку зберігання в сорті *Лель* (69.6–73.3 мг CO₂ залежно від черговості зав'язі), максимальний – в *Українському багатоплідному* – 47.9–141.6 мг CO₂. Така тенденція зберігається у цих сортів до кінця зберігання.

Отже, інтенсивність дихання (мг CO₂ за годину) плодів гарбуза є досить високою при закладанні на зберігання, трохи підвищується через 60 днів, потім знижується та залишається приблизно на одному рівні майже до 120-го дня. Наприкінці зберігання інтенсивність дихання плодів усіх сортів суттєво зростає. Цей показник одних і тих же сортів гарбуза значно відрізняється залежно від року врожаю у зв'язку з різними погодними умовами. Так, інтенсивність дихання була на 7 % менше порівняно з попередніми роками в гарбузів мускатних сортів у найтепліший 2012 р., коли сума температур за сезон травень – жовтень становила 3301.3 °С, середньодобова подекадна температура літніх місяців – періоду активної вегетації гарбузів – коливалася в межах 18.5–25.4 °С, сума опадів за сезон становила мінімальні 353 мм, середня відносна вологість повітря (ВВП) – 62.8 %. Наприклад, інтенсивність дихання плодів сорту *Арабатський* у 2012 р. коливалася при закладанні на зберігання від 55.0 до 69.6, в кінці зберігання – 62.9–91.4 мг CO₂. Разом з тим інтенсивність дихання першої – четвертої зав'язей гарбузів цього сорту, вирощених у прохолодному сезоні 2011 р. (сума температур за сезон – 3019,0 °С, сума опадів – 384 мм, середня ВВП – 62.6 %), коливалася значно більше – 62.3–102.3 при закладанні та 78.4–149.7 мг CO₂ – наприкінці зберігання.

Пристосовані до несприятливих абіотичних факторів великоплідні гарбузи в 2009 р., літо якого традиційно для Поліської зони було прохолодним і дощовим, демонстрували на 10 % меншу інтенсивність дихання порівняно з іншими роками досліджень. Сума температур за весну – осінь 2009 р. становила 3195.3 °С, що майже на 4 % менше порівняно з 2012 р. Середня подекадна температура червня – серпня 2009 р. була 18.1–24.6 °С, сума опадів за сезон – 370 мм, середня ВВП – 70.4 %. Інтенсивність дихання плодів сорту *Стофунтовий* (першої – четвертої зав'язей) у цьому сезоні при закладанні на зберігання коливалася в межах 66.8–80.3 мг CO₂. У 2010 р., з найбільшою за роки досліджень кількістю опадів за сезон – 384 мм і ВВП – 74.4 %, таке коливання було значно більшим при закладанні на зберігання – від 49.2 до 171.1 та невеликим наприкінці зберігання – 56.4–76.8 мг CO₂. Найбільшу різницю між фізіологічними показниками плодів різних зав'язей цього сорту зафіксовано в кінці зберігання врожаю теплого 2012 р. Так, інтенсивність дихання плодів першої зав'язі в цей період була майже вдвічі меншою порівняно з четвертою – 47.9–96.6 мг CO₂.

На 21.3 % менш інтенсивно в 2009 р. дихали плоди твердокорих сортів гарбуза. Максимальну інтенсивність дихання плоди цього виду демонстрували в найтеплішому 2012 р., коли показник перевищував аналогічні в попередні роки на 21.4 %. На нашу думку, це пов'язано не з теплим сезоном, а з високою середньодобовою температурою, порівняно невеликими кількістю опадів і відносною вологістю повітря, які

сприяли формуванню до чотирьох зав'язей на кущі сорту *Мозолівський* та до семи в сорті *Український багатоплідний*. Під час розвитку ці плоди отримали достатньо потенційної енергії для тривалого зберігання, проте через фізіологічну недостиглість дихали досить інтенсивно.

При зберіганні гарбузів найбільше виділення CO₂ в атмосферу відбувається восени та весною (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість CO₂, виділена плодами гарбуза при зберіганні залежно від сорту та черговості зав'язі (дані за 2009–2012 рр.)

Вид і ботанічний сорт	Виділено кг CO ₂ на 1 т гарбуза		Виділено 3000 т гарбуза		
	за період зберігання	середньо-зважена за 1 год	за період зберігання, т CO ₂	кг CO ₂ в середньому за	
				1 год	добу
Мускатні:					
<i>Новинка</i>	26426.6	8.1	792.8	220.3	5285.3
<i>Арабатський</i>	30160.3	8.6	904.8	251.3	6032.1
<i>Гілея</i>	21360.5	6.9	640.8	178.0	4272.1
<i>Руж Віф Д'етамп</i>	16508.3	6.7	657.1	182.5	4380.5
Великоплідні:					
<i>Славута</i>	20631.8	6.8	619.0	171.9	4126.4
<i>Стофунтовий</i>	25110.2	7.3	753.3	209.3	5022.0
<i>Херсонський</i>	17959.2	7.2	538.8	149.7	3591.9
Твердокорі:					
<i>Мозолівський</i>	29696.1	8.6	890.9	247.5	5939.2
<i>Ждана</i>	23483.5	7.5	704.5	195.7	4696.7
<i>Лель</i>	21032.5	7.3	631.0	175.3	4206.5
<i>Український багатоплідний</i>	36015.8	10.7	1217.9	311.2	7542.0

За сезон зберігання різниця у виділенні CO₂ на 1 кг плодів гарбуза першої – третьої зав'язей неістотна. Партія масою 1 т у середньому виділяє від 15675.7 до 35549.1 кг CO₂ в атмосферу за весь період зберігання залежно від сорту, аналогічна кількість гарбузів четвертої – сьомої зав'язей виділяють за цей же період вдвічі більше CO₂ – 32029.5– 58137.4 кг.

У сховищах на 3000 т найбільше вуглекислого газу виділяють за добу в середньому твердокорі сорти – 3267.6–11627.5 кг CO₂, найменше – 3354.8–6405.9 – великоплідні. Мінімальну кількість вуглекислого газу за умови зберігання гарбузів протягом 150 днів у сховищі на 3000 т треба видалити від плодів першої зав'язі мускатного сорту *Руж Віф Д'етамп* – 442.2 т, найбільше п'ятої – сьомої зав'язей твердокорого *Українського багатоплідного* – 1652.6–1963.2 т.

Чинники, що викликають зростання інтенсивності дихання, одночасно призводять і до підвищення тепловиділення, яке є досить інтенсивним у мускатних і великоплідних сортів на початку зберігання – восени, дещо знижується в зимовий період і значно зростає у весняний. Тепловиділення гарбузів твердокорих сортів було мінімальним восени й поступово зростало (табл. 3).

Залежність підвищення інтенсивності тепловиділення в сортах досліджуваних видів гарбуза відмічена від черговості зав'язі у бік збільшення як восени, так взимку і весною. Восени за добу 3000 т плодів у сховищі виділяли в середньому від 3658 тис. МДж (перша зав'язь сорту *Новинка*) до 3771 тис. (четверта зав'язь *Руж Віф Д'етамп*) тепла для мускатних сортів; від 3658 тис. МДж (перша зав'язь *Стофунтового*) до 3751 тис. (третя зав'язь гарбуза *Херсонського*) – у великоплідних; від 3683 тис. МДж (друга зав'язь *Українського багатоплідного*) до 3776 тис. (третя зав'язь сорту *Ждана*) – у твердокорих.

Таблиця 3

Кількість тепла, яку треба видалити зі сховища залежно від періоду зберігання та сорту плодів гарбуза (середні дані 2009–2012 рр.)

Вид і ботанічний сорт	Тепловиділення 1 кг гарбуза за добу, кДж			Кількість тепла, яку необхідно видалити за добу зі сховища на 3000 т, МДж		
	осінь	зима	весна	осінь	зима	весна
Мускатні:						
<i>Новинка</i>	1228.0	–	1242.1	3684100.7	–	3726401.1
<i>Арабатський</i>	1235.8	1234.9	1238.2	3707419.2	3704629.5	3714672.1
<i>Гілея</i>	1229.9	–	1237.5	3689696.1	–	3712534.2
<i>Руж Віф Д'етамп</i>	1241.1	–	1254.0	3723248.9	–	3762022.2
Великоплідні:						
<i>Славута</i>	1236.5	–	1254.1	3709391.4	–	3762429.8
<i>Стофунтовий</i>	1231.1	1234.0	1238.3	3693382.7	3702053.4	3714796.4
<i>Херсонський</i>	1240.1	–	1260.3	3720213.1	–	3780775.4
Твердокорі:						
<i>Мозолівський</i>	1244.0	1262.9	1264.4	3732132.3	3788582.9	3793298.4
<i>Ждана</i>	1254.9	–	1264.2	3764559.2	–	3792634.6
<i>Лель</i>	1247.1	–	1260.4	3741168.6	–	3781299.6
<i>Український багатоплідний</i>	1236.4	1242.7	1250.9	3709227.6	3728158.6	3752807.3

Восени в усіх мускатних і великоплідних сортах гарбуза незалежно від сорту та черговості зав'язі спостерігалось зниження інтенсивності тепловиділення – у середньому на 0.9–2.0 %. У твердокорих сортах, навпаки, відбувалось зростання тепловиділення на 0.3–1.8 % залежно від сорту. Наприкінці зберігання в сортах гарбуза всіх видів фіксувалось збільшення тепловиділення на 0.6–1.1 % порівняно з попередніми періодами. Таким чином, приведення умов зберігання до оптимальних потребує збільшення кількості повітря для вентилявання гарбузів саме у весняний період.

Висновки. Фізіологічні властивості плодів гарбуза при зберіганні залежать від ступеня стиглості, ботанічного сорту, виду, абіотичних факторів, які визначають формування якості та потенціал збереженості, умов зберігання.

Серед мускатних сортів найменш інтенсивно дихають і виділяють надмірне тепло при зберіганні плоди *Руж Віф Д'етамп*, найбільше – сорту *Арабатський*. Із великоплідних сортів на початку зберігання з меншою інтенсивністю дихають і виділяють тепло плоди сортів *Славуца* та *Херсонський*, з твердокорих – сорту *Лель*. Теплолюбиві мускатні й великоплідні сорти характеризувалися меншою інтенсивністю фізіологічних процесів при зберіганні в найтеплішому сезоні 2012 р., а більш пристосовані до прохолодного вологого клімату Полісся твердокорі гарбузи – в характерному за абіотичними факторами для цієї зони 2009 р. У найпрохолоднішому 2011 р. максимально інтенсивно дихали плоди великоплідного сорту *Стофунтовий* та п'ятої – сьомої зав'язей твердокорого *Українського багатоплідного*.

Кількість виділеного CO₂ та тепла за весь період зберігання плодів усіх сортів гарбуза 1–2 зав'язей є значно меншою порівняно з цими показниками для кожної наступної за черговістю. Це передбачає менші енерговитрати на вентилявання з метою видалення зі сховищ надлишку тепла та CO₂. Плоди гарбуза всіх сортів третіх і більше зав'язей за черговістю недоцільно закладати на тривале зберігання, а слід поміщати в окреме добре вентильоване приміщення на нетривале зберігання та реалізувати або переробляти їх в першу чергу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колтунов В. А. Якість плодоовочевої продукції та технології зберігання / В. А. Колтунов. — Ч. 1. Якість і збереженість картоплі та овочів : монографія. — К. : Київ нац. торг.-екон. ун-т, 2004. — 568 с.
2. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов. — М. : Агропромиздат, 1987. — 272 с.
3. Жадан В. З. Теплофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях / В. З. Жадан. — М. : Экономика, 1976. — 381 с.
4. Иванова Т. Н. Технология хранения плодов, ягод и овощей / Т. Н. Иванова, В. С. Житникова, Н. С. Левгерова. — Орел, 2009. — 203 с.
5. Habibunnisa B. R. Storage behaviour of minimally processed pumpkin (*Cucurbita maxima*) under modified atmosphere packaging conditions / B. R. Habibunnisa, R. Prasad, K. Prakash M. S. // Eur. Food Res. Technol. — 2001. — Vol. 212, N 2. — P. 165—169.
6. Harvey W. J. Physical and sensory changes during development and storage of Buttercup squash / W. J. Harvey, D. G. Grant, J. P. Lammerink // NZ J. Crop Hort. Sci. — 1997. — N 25. — P. 341—351.
7. Chemical-biochemical changes of pumpkin tissue after osmotic stress / M. F. de Escalada Pla, N. M. Ponce, M. E. Wider and others // Society of Chemical Industry ; Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2005. — Vol. 11. — P. 1852—1860.
8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2014 році (чинний станом на 12.03.2014) ; Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. — Режим доступу : <http://vet.gov.ua/node/919>.

9. Колтунов В. А. Технологія зберігання продовольчих товарів : лабораторний практикум. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. — 341 с.

Стаття надійшла до редакції 31.03.2015.

Koltunov V., Bulakh M. Respiration intensity of pumpkin fruits during the storage.

Background. All the processes occurring in fruits and vegetables during storage are associated with respiration, the intensity of which depends on objective state of the fruits. Researches of respiration intensity of pumpkin fruits, suitable and promising to be spread in Polissia area and its changes during storage have not yet been conducted.

The aim of the research work is to study physiological properties of pumpkin fruit and the dynamics during its storage.

Material and methods. Research objects are pumpkin fruits of 3 kinds and 11 botanical varieties zoned in Ukraine and promising in Polissia area [5]. Respiration rate and emitted heat quantity of different sequence germs, changes of these indicators over time were defined. The researches were conducted during the storage at 30, 60, 90, 120 and 150 days.

Results. The least intense respiration rate and heat emission among *Cucurbita Moschata* varieties during storage were defined in *Rouge Vif D'etamp* fruits, the most intense in *Arabatskyi* grade fruits. Less respiration intensity and heat emission among *Cucurbita Maxima* grades at the beginning of storage was defined in fruits of *Slavuta* and *Khersonskyi* varieties, among *C. pepo L.* grades in *Lel'* variety fruits. Quantity of emitted CO₂ and heat for the entire period of storage of all varieties pumpkin fruits of 1–2 germs were much lower than these indicators for each of the next in order of priority. These storage implies lower energy costs for aeration to remove the excess heat and CO₂.

Conclusion. Physiological properties of pumpkin fruit during storage depend on ripeness, botanical variety, species, abiotic factors that determine the formation of the quality and potential to store, storage conditions.

Keywords: pumpkin fruits, germ, storage, physiological properties, respiration rate, abiotic factors, physical indicators, cooling, heat emission, carbon dioxide, ventilation.

REFERENCES

1. Koltunov V. A. Jakist' plodoovochevoi' produkcii' ta tehnologii' zberigannja / V. A. Koltunov. — Ch. 1. Jakist' i zberezhenist' kartopli ta ovochiv : monografija. — K. : Kyi'v nac. torг.-ekon. un-t, 2004. — 568 s.
2. Ginzburg A. S. Teplofizicheskie harakteristiki kartofelja, ovoshhej i plodov / A. S. Ginzburg, M. A. Gromov. — M. : Agropromizdat, 1987. — 272 s.
3. Zhadan V. Z. Teplofizicheskie osnovy hranenija sochnogo rastitel'nogo syr'ja na pishhevyh predpriyatijah / V. Z. Zhadan. — M. : Jekonomika, 1976. — 381 s.
4. Ivanova T. N. Tehnologija hranenija plodov, jagod i ovoshhej / T. N. Ivanova, V. S. Zhitnikova, N. S. Levgerova. — Orel, 2009. — 203 s.
5. Habibunnisa B. R. Storage behaviour of minimally processed pumpkin (*Cucurbita maxima*) under modified atmosphere packaging conditions / B. R. Habibunnisa, R. Prasad, K. Prakash M. S. // Eur. Food Res. Technol. — 2001. — Vol. 212, N 2. — P. 165—169.
6. Harvey W. J. Physical and sensory changes during development and storage of Buttercup squash / W. J. Harvey, D. G. Grant, J. P. Lammerink // NZ J. Crop Hort. Sci. — 1997. — N 25. — P. 341—351.
7. Chemical-biochemical changes of pumpkin tissue after osmotic stress / M. F. de Escalada Pla, N. M. Ponce, M. E. Wider and others // Society of Chemical Industry ; Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2005. — Vol. 11. — P. 1852—1860.
8. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukrai'ni u 2014 roci (chynnyj stanom na 12.03.2014) ; Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrai'ny. — Rezhym dostupu : <http://vet.gov.ua/node/919>.
9. Koltunov V. A. Tehnologija zberigannja prodovol'chyh tovariv : laboratornyj praktykum. — K. : Kyi'v. nac. torг.-ekon. un-t, 2003. — 341 s.