

ОЦІНКА ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ЯБЛУК ЗА ОБРОБКИ АНТИОКСИДАНТНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ХАРРІНГТОНА

С. С. Байбєрова, асистент

М. Є. Сердюк, кандидат сільськогосподарських наук

В. М. Малкіна, доктор технічних наук

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведена комплексна оцінка збереженості яблук за обробки антиоксидантними композиціями за допомогою методу Харрінгтона. Встановлено, що обробка антиоксидантними композиціями забезпечує найкращу збереженість показників хімічного складу в яблуках сортів Голден Делішес та Роял Ред Делішес, товарних якостей яблук сортів Флоріна та Корей. Яблука сортів Ренет Сумиренка, Айдаред, Старкримсон, Гренні Сміт та Джонаголд отримали максимальні відмітки за шкалою бажаності як під час оцінювання показників товарної якості, так і під час оцінювання втрат показників хімічного складу.

Яблука, антиоксидантні композиції, збереженість, товарна якість, цукри, кислоти, вітамін С, метод Харрінгтона.

Дослідженнями багатьох авторів доведено, що передзбиральна обробка антиоксидантними композиціями є одним із ефективних способів збереження якості та харчової цінності плодової продукції за тривалого зберігання [2, 3, 5]. Проте застосування антиоксидантів для зберігання яблук, вирощених в умовах зони Південного Степу України, вивчалось на досить обмеженому колі сортів, а плоди кожного сорту виступають як частина окремої багатофакторної системи, яка характеризується своєрідністю протікання окисних процесів та стійкістю до дії стресових чинників довкілля. Таким чином, вплив антиоксидантних композицій на плоди різних сортів може бути неоднаковим. У зв'язку з цим залишається невирішеним та актуальним питання визначення оптимальної антиоксидантної композиції для кожного помологічного сорту яблук.

Серед раціональних способів оптимізації впливу антиоксидантних композицій на метаболічні процеси під час зберігання яблук є багатокритеріальний метод Харрінгтона, який вперше сформульований у 1965 році [1] та розвинутий у працях В. Колтунова, Є. Белінського та Л. Пузік [4, 6]. Сутність цього методу полягає у перетворенні натуральних значень окремих показників (відгуків) у безрозмірну шкалу бажаності або переваги. Процес перетворення проходить у два етапи: перетворення функції відгуку (параметрів y_i) в одиничні (часткові) функції бажаності d_i та об'єднання множини значень d_i у комплексний узагальнений показник D (узагальнену функцію бажаності). Це дає змогу отримати комплексну оцінку збереженості плодів з урахуванням всіх чинників.

Мета дослідження – комплексно оцінити збереженість яблук різних помологічних сортів, вирощених в умовах Південного Степу України, за допомогою методу Харрінгтона.

Матеріали і методи дослідження. Досліди проводили впродовж 2008–2010 рр. на базі лабораторії «Технологія первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва» НДІ «Агротехнологій та екології» Таврійського державного агротехнологічного університету. Для досліджень були обрані районовані та перспективні для Південного Степу України сорти яблук пізнього терміну досягання, які відбирали з насаджень ДП ДГ «Мелітопольське» с. Фруктове Мелітопольського району Запорізької області.

Обробку плодів антиоксидантними композиціями проводили безпосередньо на деревах у саду шляхом обприскування їх заздалегідь приготовленими робочими розчинами. Кожному варіанту обробки відповідало 5 типових дерев, які вступили в період товарного плодоношення. Обприскування виконували водою (контроль) та комплексними антиоксидантними композиціями АКМ і ДЕПАА в концентрації 0,036 % (за дистилоном) у суху ясну погоду за швидкості руху повітря не більше 3 м/с. Через 24 години плоди збирали, пакували в ящики № 75 та закладали на зберігання. Температура зберігання 0 ± 1 °С, відносна вологість повітря 90–95 %. Повторність досліду – п'ятикратна. Показники товарної якості та вміст компонентів хімічного складу визначали за стандартними методами.

Результати дослідження та їх аналіз. Процес комплексного оцінювання за методом Харрінгтона складається з таких етапів: вибір властивостей об'єкта досліджень, отримання шкали бажаності, визначення одиничних (часткових) функцій бажаності d_i , об'єднання множини значень d_i у комплексний узагальнений показник D .

**1. Втрати показників хімічного складу яблук
за обробки антиоксидантними композиціями після
тривалого зберігання (2008–2010 рр.)**

Сорт	Варіант обробки	Втрати, %				
		цукру	титрованих кислот	вітаміну С	пектину та протопектину	поліфенолів
Ренет Симиренка	К	0,405	0,508	3,490	0,452	–
	А	0,199	0,440	2,434	0,347	–
Айдаред	Д	–	0,488	2,493	0,246	–
	К	1,438	0,458	4,292	0,359	51,561
	А	0,079	0,367	2,935	0,255	18,014
Голден Делішес	Д	0,731	0,394	3,448	0,326	9,889
	К	1,343	0,386	4,956	0,348	81,359
	А	0,540	0,326	3,073	0,056	8,215
Роял Ред Делішес	Д	0,567	0,353	3,428	0,117	17,166
	К	–	0,166	2,524	0,572	5,310
	А	–	0,129	1,822	0,350	–
Старкримсон	Д	–	0,129	1,728	0,415	–
	К	0,685	0,168	3,223	0,562	3,159
	А	0,086	0,133	2,196	0,363	–
Флоріна	Д	–	0,130	2,261	0,382	–
	К	1,519	0,491	3,200	1,000	–
	А	0,357	0,443	2,629	0,864	–
Гренні Сміт	Д	0,680	0,413	2,580	0,928	–
	К	0,773	0,393	3,979	0,499	26,437

	А	–	0,377	2,864	0,386	–
	Д	–	0,386	3,643	0,368	–
	К	1,362	0,356	3,583	0,426	–
Джонаголд	А	0,317	0,286	2,892	0,339	–
	Д	0,703	0,305	2,908	0,295	–
	К	2,080	0,302	4,337	0,568	71,670
Корей	А	2,021	0,201	3,694	0,402	5,122
	Д	1,753	0,249	3,027	0,338	13,357
	К	1,834	0,423	3,058	0,750	70,326
Лігол	А	0,971	0,342	2,448	0,632	20,925
	Д	1,286	0,378	2,075	0,674	–
Синап	К	0,876	0,327	2,896	0,744	20,915
Алмаатинський	А	–	0,262	2,074	0,576	–
	Д	–	0,264	1,876	0,597	–

Примітка: К – контроль, А – АКМ, Д – ДЕПАА.

Основними властивостями, за якими виконували комплексну оцінку збереженості яблук були втрати, через які відбувалося зниження біологічної цінності плодів та їх товарності. До втрат, які сприяли зниженню біологічної цінності ми віднесли: втрати цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти (вітаміну С), пектинових речовин та поліфенолів (табл. 1).

До другої групи втрат, у результаті яких втрачалась товарність яблук віднесені: втрати маси, середньодобові та загальні втрати, а також дегустаційна оцінка та вихід стандартної продукції після зберігання (табл. 2).

2. Показники товарної якості яблук за обробки антиоксидантними композиціями після тривалого зберігання (2008–2010 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Дегустаційна оцінка, бал	Вихід стандартної продукції, %	Втрати, %		
				середньо-добові	маси	загальні
Ренет Симиренка	К	3,500	86,18	0,068	4,982	13,819
	А	4,033	91,727	0,038	3,961	8,271
	Д	4,413	90,623	0,043	3,577	9,380
Айдаред	К	3,713	85,943	0,064	5,491	14,058
	А	4,207	92,927	0,031	3,505	7,075
	Д	4,200	92,660	0,032	3,316	7,339
Голден Делішес	К	3,660	86,123	0,075	6,476	13,879
	А	4,040	91,530	0,045	4,949	8,432
	Д	4,110	90,093	0,053	5,285	9,905
Роял Ред Делішес	К	3,500	85,027	0,091	4,869	14,972
	А	4,153	90,727	0,055	4,049	9,272
	Д	4,040	89,467	0,058	3,126	9,550
Старкримсон	К	4,000	86,310	0,087	4,367	13,687
	А	4,513	91,897	0,046	3,223	8,103
	Д	4,433	92,563	0,046	2,752	7,442
Флоріна	К	3,847	89,270	0,054	6,106	10,729
	А	4,507	92,907	0,031	4,608	7,095
	Д	4,460	90,963	0,039	4,650	9,036
Гренні Сміт	К	3,320	88,000	0,087	3,660	12,000
	А	4,007	92,550	0,038	3,338	7,452
	Д	4,087	91,307	0,044	2,916	8,692

Джонаголд	К	4,133	88,607	0,052	4,740	11,393
	А	4,593	92,760	0,029	4,112	6,802
	Д	4,547	91,993	0,032	4,200	7,444
Корей	К	4,000	86,813	0,069	4,398	13,181
	А	4,290	93,140	0,033	3,151	6,861
	Д	4,400	93,153	0,033	3,401	6,845
Лігол	К	3,507	87,147	0,058	4,998	12,621
	А	4,053	93,383	0,025	3,907	5,654
	Д	4,333	94,023	0,026	3,965	5,975
Синап Алмаатинський	К	3,300	85,090	0,089	6,455	14,911
	А	4,067	91,530	0,048	4,514	8,491
	Д	4,067	90,230	0,056	4,417	9,774

Примітка: К – контроль, А – АКМ, Д – ДЕПАА.

Для отримання шкали бажаності Ю. П. Адлер пропонує користуватися готовими розробленими таблицями відповідностей між відношеннями переваг в емпіричній і числовій системах [1]. Стандартні відмітки за шкалою бажаності представлені в таблиці 3.

3. Стандартні відмітки за шкалою бажаності

Бажаність	Відмітки по шкалі бажаності
Дуже добра	1,00 – 0,80
Добра	0,80 – 0,63
Задовільна	0,63 – 0,37
Погана	0,37 – 0,20
Дуже погана	0,20 – 0,00

Граничні значення натуральних відгуків визначали за методикою, описаною Ю. П. Адлером [1]. Результати визначень наведені в таблиці 4.

4. Граничні значення натуральних відгуків, відображені на шкалі кодування

Відгук	Граничні значення натуральних відгуків, y_i								
	-2	-1	-0,5	0	0,77	1	1,5	2	3
Дегустаційна оцінка	2,800	3,067	3,200	3,436	3,800	3,989	4,400	4,467	4,600
Вихід стандартної продукції	80,00	83,33	85,00	86,97	90,00	91,58	95,00	96,00	98,00
Середньодобові втрати	0,100	0,073	0,060	0,048	0,030	0,027	0,020	0,017	0,010
Втрати маси	8,950	7,650	7,000	6,213	5,000	4,527	3,500	3,067	2,200
Загальні втрати	20,00	16,67	15,00	13,03	10,00	8,43	5,00	4,00	2,00
Втрати загального цукру	2,200	1,733	1,500	1,264	0,900	0,805	0,600	0,467	0,200
Втрати титрованих кислот	0,750	0,617	0,550	0,491	0,400	0,368	0,300	0,267	0,200
Втрати вітаміну С	6,600	6,067	5,800	5,170	4,200	3,822	3,000	2,667	2,000
Втрати пектину та протопектину	0,800	0,700	0,650	0,571	0,450	0,412	0,330	0,213	0,200
Втрати поліфенолів	80,00	53,33	40,00	36,06	30,00	23,69	10,00	8,33	5,00

Перетворенні відгуки d_i визначали за формулою

$$d_i = \exp[-\exp(-y_i')],$$

де y_i' – перетворені відгуки y_i відповідно до шкали кодування.
Узагальнену функція бажаності D розраховували за формулою

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}$$

Результати розрахунків наведені в таблицях 5 та 6.

З даних таблиці 5 видно, що яблука, оброблені антиоксидантними композиціями, незалежно від помологічного сорту мали більш високу оцінку збереженості компонентів хімічного складу порівняно з необробленими (контрольними) плодами. Під час порівняння впливу антиоксидантних композицій встановлено, що оцінку за шкалою бажаності «дуже добре» зі значенням узагальненого відгуку D в межах від 0,8 до 1 отримали яблука сортів Ренет Симиренка, Айдаред, Голден Делішес, Гренні Сміт за обробки композицією АКМ, а яблука сортів Роял Ред Деліше, Старкримсон, Джонаголд як за обробки АКМ, так і ДЕПАА.

З даних таблиці 6 видно, що під час оцінювання збереженості товарної якості більш високі оцінки за шкалою бажаності отримали яблука дослідних варіантів. Слід зазначити, що контрольні плоди таких помологічних сортів, як Ренет Симиренка, Айдаред, Старкримсон, Флоріна, Гренні Сміт, Корей отримали оцінку «погано» зі значенням узагальненого відгуку D в межах від 0,2 до 0,37. Плоди ж дослідних варіантів цих сортів отримали оцінку «добре» зі значенням узагальненого відгуку D в межах від 0,63 до 0,8. Достовірної різниці між значеннями узагальненого відгуку в дослідних варіантах не встановлено.

Висновки. Таким чином, проведена комплексна оцінка свідчить про те, що обробка антиоксидантними композиціями забезпечує найкращу збереженість показників хімічного складу в яблук сортів Голден Делішес та Роял Ред Делішес, товарних якостей яблук сортів Флоріна та Корей. Яблука сортів Ренет Симиренка, Айдаред, Старкримсон, Гренні Сміт та Джонаголд отримали максимальні відмітки за шкалою бажаності як за оцінювання показників товарної якості, так і за оцінювання втрат показників хімічного складу. Це дає можливість стверджувати, що тривале зберігання плодів зазначених сортів яблук з передзбиральною обробкою антиоксидантними композиціями сприятиме забезпеченню споживачів не тільки продукцією з відмінними товарними якостями, а й високою біологічною цінністю, що має особливе значення в сучасній екологічній обстановці сьогодення.

5. Перетворенні відгуки d_i та узагальнений відгук D для показників хімічного складу яблук

Сорт	ВО	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	D	Бажаність
Ренет	К	0,898	0,316	0,740	0,626	0,951	0,660	добра
Симиренк а	АКМ	0,951	0,523	0,909	0,781	0,951	0,804	дуже добра
	ДЕПАА	0,951	0,377	0,901	0,856	0,951	0,766	добра
Айдаред	К	0,204	0,469	0,608	0,766	0,079	0,323	погана
	АКМ	0,951	0,694	0,817	0,850	0,742	0,806	дуже добра
Голден Делішес	ДЕПАА	0,735	0,642	0,746	0,803	0,806	0,744	добра
	К	0,307	0,658	0,430	0,780	0,001	0,133	дуже погана
Роял Ред Делішес	АКМ	0,837	0,763	0,792	0,951	0,878	0,842	дуже добра
	ДЕПАА	0,821	0,719	0,749	0,951	0,748	0,794	добра
Старкримсо і	К	0,951	0,951	0,896	0,366	0,947	0,776	добра
	АКМ	0,951	0,951	0,951	0,778	0,951	0,914	дуже добра
Флоріна	ДЕПАА	0,951	0,951	0,951	0,689	0,951	0,892	дуже добра
	К	0,760	0,951	0,775	0,391	0,951	0,731	добра
Гренні Сміт	АКМ	0,951	0,951	0,935	0,762	0,951	0,907	дуже добра
	ДЕПАА	0,951	0,951	0,929	0,737	0,951	0,900	дуже добра
Джона- голд	К	0,179	0,368	0,777	0,001	0,951	0,125	дуже погана
	АКМ	0,914	0,514	0,880	0,001	0,951	0,189	дуже погана
Корей	ДЕПАА	0,763	0,596	0,888	0,001	0,951	0,188	дуже погана
	К	0,712	0,636	0,667	0,531	0,666	0,639	добра
Лігол	АКМ	0,951	0,675	0,834	0,731	0,951	0,821	дуже добра
	ДЕПАА	0,951	0,658	0,719	0,755	0,951	0,798	добра
Алма- атинський	К	0,292	0,714	0,728	0,670	0,951	0,627	задовільна
	АКМ	0,926	0,835	0,827	0,790	0,951	0,864	дуже добра
Синап	ДЕПАА	0,751	0,793	0,823	0,769	0,951	0,815	дуже добра
	К	0,003	0,797	0,597	0,375	0,004	0,077	дуже погана
Алма- атинський	АКМ	0,007	0,951	0,712	0,707	0,950	0,312	погана
	ДЕПАА	0,059	0,902	0,797	0,689	0,777	0,468	задовільна
Алма- атинський	К	0,034	0,570	0,794	0,011	0,006	0,063	дуже погана
	АКМ	0,584	0,739	0,907	0,230	0,717	0,578	задовільна
Алма- атинський	ДЕПАА	0,350	0,675	0,946	0,124	0,951	0,484	задовільна
	К	0,646	0,761	0,826	0,015	0,717	0,337	погана
Алма- атинський	АКМ	0,951	0,881	0,946	0,358	0,951	0,770	добра
	ДЕПАА	0,951	0,879	0,951	0,308	0,951	0,747	добра

Примітка: ВО – варіант обробки, К – контроль, d_1 – втрати цукрів, d_2 – втрати титрованих кислот, d_3 – втрати вітаміну С, d_4 – втрати пектину та протопектину, d_5 – втрати поліфенолів.

**6. Перетворенні відгуки d_i та узагальнений відгук D
для показників товарної якості**

Сорт	ВО	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	D	Бажаність
Ренет Симиренка	К	0,417	0,295	0,105	0,632	0,295	0,299	погана
	АКМ	0,706	0,698	0,529	0,756	0,698	0,672	добра
	ДЕПАА	0,817	0,655	0,448	0,793	0,655	0,659	добра
Айдаред	К	0,573	0,273	0,144	0,555	0,273	0,321	погана
	АКМ	0,754	0,739	0,621	0,800	0,739	0,728	добра
	ДЕПАА	0,752	0,731	0,599	0,835	0,731	0,725	добра
Голден Делішес	К	0,537	0,289	0,058	0,307	0,289	0,241	погана
	АКМ	0,708	0,691	0,419	0,637	0,692	0,618	задовільна
	ДЕПАА	0,728	0,633	0,301	0,574	0,633	0,550	задовільна
Роял Ред Делішес	К	0,417	0,194	0,005	0,648	0,195	0,137	дуже погана
	АКМ	0,740	0,659	0,262	0,747	0,659	0,575	задовільна
	ДЕПАА	0,708	0,588	0,217	0,865	0,648	0,551	задовільна
Етаркримсон	К	0,696	0,307	0,010	0,712	0,307	0,216	погана
	АКМ	0,909	0,704	0,399	0,850	0,704	0,687	добра
	ДЕПАА	0,840	0,727	0,399	0,910	0,727	0,694	добра
Флоріна	К	0,646	0,573	0,273	0,393	0,573	0,469	задовільна
	АКМ	0,904	0,739	0,617	0,682	0,739	0,730	добра
	ДЕПАА	0,867	0,669	0,504	0,677	0,669	0,667	добра
Гренні Сміт	К	0,278	0,463	0,011	0,786	0,463	0,220	погана
	АКМ	0,699	0,727	0,520	0,831	0,727	0,693	добра
	ДЕПАА	0,752	0,682	0,434	0,893	0,682	0,671	добра
Джонаголд	К	0,734	0,517	0,305	0,665	0,517	0,525	задовільна
	АКМ	0,949	0,734	0,642	0,740	0,748	0,756	добра
	ДЕПАА	0,929	0,707	0,601	0,731	0,727	0,732	добра
Корей	К	0,696	0,353	0,102	0,708	0,354	0,363	погана
	АКМ	0,775	0,746	0,595	0,861	0,746	0,740	добра
	ДЕПАА	0,800	0,747	0,596	0,819	0,747	0,737	добра
Лігол	К	0,423	0,384	0,217	0,630	0,406	0,390	задовільна
	АКМ	0,712	0,754	0,733	0,762	0,782	0,748	добра
	ДЕПАА	0,785	0,773	0,701	0,756	0,773	0,757	добра
Синап	К	0,263	0,200	0,007	0,312	0,199	0,119	дуже погана
Алма- атинський	АКМ	0,716	0,691	0,368	0,694	0,690	0,614	задовільна
	ДЕПАА	0,716	0,639	0,255	0,706	0,639	0,555	задовільна

Примітка: ВО – варіант обробки, К – контроль, d_1 – дегустаційна оцінка, d_2 – вихід стандартної продукції, d_3 – середньодобові втрати, d_4 – втрати маси, d_5 – загальні втрати.

Список літератури

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – [2-е изд., перер. и доп.]. – М: Наука, 1976. – 280 с.
2. Гапріндашвілі Н. А. Обґрунтування використання нових антиоксидантних препаратів природного походження для тривалого зберігання плодів груші: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.15 «Первинна обробка продуктів рослинництва» / Н. А. Гапріндашвілі. – К., 2011. – 24 с.
3. Калитка В. В. Применение антиоксидантов для длительного хранения плодов семечковых культур / В. В. Калитка, М. Е. Ковтун, О. П. Присс // Техника в сельскохозяйственном производстве. Труды Таврической государственной агротехнической академии / ТДАТА; ответс. за вып. В. В. Тарасенко. – Мелитополь, 1997. – Вып. 1. – Т. 1. – С. 29–31.
4. Колтунов В. Обґрунтування ефективності збереженості редису методом Харрінгтона / В. Колтунов, Є. Белінська // Товари і ринки. – 2010. – № 2. – С. 62–68.
5. Присс Л. П. Обоснование использования новых антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов яблони: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 15.18.03 «Первичная обработка и хранение продуктов растениеводства» / Л. П. Присс. – Ялта, 2000. – 20 с.
6. Пузік Л. М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин : автореф. дис. ... доктора с.-г. наук : спец. 06.01.15 «Первинна обробка продуктів рослинництва» / Л.М. Пузік. – К., 2010. – 42 с.

Проведена комплексная оценка сохранности яблок при обработке антиоксидантными композициями с помощью метода Харрингтона. Установлено, что обработка антиоксидантными композициями обеспечивает лучшую сохранность показателей химического состава в яблок сортов Голден Делишес и Роял Ред Делишес, товарных качеств яблок сортов Флорина и Корей. Яблоки сортов Ренет Симиренко, Айдаред, Старкримсон, Гренни Смит и Джонаголд получили максимальные отметки по шкале желательности как при оценке показателей товарного качества, так и при оценке потерь показателей химического состава.

Яблоки, антиоксидантные композиции, сохранность, товарное качество, сахара, кислоты, витамин С, метод Харрингтона.

The complex estimation of apples safety at treatment by antioxidant compositions by the method of Harrington is conducted. It is established that treatment by antioxidant compositions provides the best safety of chemical composition indicators of apple varieties Golden Delicious and Royal Red Delicious, commodity qualities of apple varieties Florina and Korah. Simirenko Reinette apples, Aidared, Starkrimson, Granny Smith and Jonagold received the maximum mark on the desirability scale at the estimation of commodity quality indicators and at the estimation of chemical composition losses.

Apple, antioxidant compositions, safety, commodity quality, sugar, acids, vitamin C, method of Harrington.