

УДК 631.5: 635.21/.24: 006.83

КОНДИЦІОНУВАННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ЯК ЕЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ЇХ ЯКОСТІ

А. Ю. ДАВИДЕНКО, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: DavidAndre@i.ua

За збирання, транспортування, завантаження-вивантаження та сортування бульби картоплі зазнають механічних ушкоджень. У результаті травмування розриваються оболонки вакуоль і поліфеноли, які в них знаходяться, окислюються під дією кисню повітря. Речовини, які при цьому утворюються стають причиною денатурації білків та потемніння бульб картоплі [1]. У результаті товарні партії картоплі можуть містити до 40 % продукції із потемнілим м'якушем. Найбільше травмуються бульби, які зберігалися за понижених температур (менше 6 °С). Одним із технологічних прийомів, який зменшує рівень травмованості є кондиціонування (отеплення) картоплі за підвищених температур. Було встановлено, що зростання температури бульб з 2 °С до 14 °С сприяє зниженню рівня їх травмованості з 18 до 4 % [2].

Мета дослідження – розробка оптимальних температурних режимів кондиціонування бульб картоплі для стабілізації їх якості.

Досліджували бульби картоплі компаній НЗРС (Нідерланди) та Solana (Німеччина) двох груп стиглості: середньоранні і середньостиглі.

Бульби картоплі дослідних сортів отеплювали від 4 °С (температура зберігання) до температур 6-24 °С (інтервал зміни температури – 2 °С) і визначали щільність, ступінь потемніння їх м'якуша та кількість потемнілих бульб.

У результаті було визначено, що у групі середньоранніх сортів оптимальною температурою кондиціонування для сорту Ред Леді є 8 °С, а для сортів Сатіна та Моцарт – 14 °С, а у групі середньостиглих: 14 °С – для Арози та 18 °С – для Сіфри.

Встановлено тісний зв'язок між температурою отеплення, ступенем потемніння та кількістю бульб із потемнілим м'якушем. Так, мінімальну кількість відходів за рахунок потемніння м'якуша отримали: Сатіна – 5 % (температура – 16 °С), Ред Леді – 4 % (температура 8 та 12 °С), Моцарт – 2 % (температура 16 °С), Ароза – 6 % (температура 16 °С) та Сіфра 3 % (температура 20 °С).

Ключові слова: бульби картоплі, травмування, щільність м'якуша, температура кондиціонування, потемніння м'якуша, стабілізація якості

За збирання, транспортування, завантаження-вивантаження та сортування бульби картоплі зазнають механічних ушкоджень, що може стати причиною внутрішнього почорніння м'якуша. Воно пов'язано з незворотним ферментативним окисленням поліфенолів у результаті травмування [3].

Найбільш характерні ці процеси для бульб картоплі, що зберігалися тривалий час за понижених температур (менше 6 °С) та після проведення на весні сортуванням перед реалізацією продукції. Товарні партії бульб картоплі, які механічно сортували без попереднього кондиціо-

*Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, професор Г. І. Подпратов

вання (отеплення) через 3-4 доби мають значні обсяги бульб із внутрішніми потемніннями. Це може стати навіть причиною повернення виробнику усєї партії товару. Ці бульби є також не придатними для переробки [4]. Такий результат можна пояснити тим, що охолоджені бульби мають щільний м'якуш, який дуже травмується при сортуванні. При кондиціонуванні щільність зменшується і тому рівень травмованості, і як наслідок, ступінь потемніння м'якуша зменшуються також. Було встановлено, що зростання температури бульб картоплі з 2 до 14 °С зменшило величину травмованості бульб з 18 до 4 % [2]. Крім того, під час кондиціонування відбувається ресинтез цукрів, які накопичуються під час зберігання за низьких температур до крохмалю. Це теж дуже важливо, особливо для бульб, які призначені для виробництва чипсів та картоплі фрі.

Як правило, на виробництві перед сортуванням бульб картоплі проводять їх кондиціонування за температури 10-12 °С впродовж 3-4 днів [5]. Для бульб картоплі, які призначені для переробки режим дещо змінюють: температура обробки – 20-25 °С, тривалість витримки – 2-3 тижні, залежно від сорту і температури основного зберігання; за нижчого температурного режиму обробку проводять при 15-18 °С, однак тривалість витримки при цьому збільшується [6].

На нашу думку, застосування однакової температури кондиціонування бульб картоплі не враховує їх сортові особливості, хімічний склад та фізико-механічні властивості. Ці властивості впливають на величину травмованості бульб картоплі під час сортування, транспортування та можуть змінюватися залежно від температури, і тому, для кожного сорту її необхідно визначати індивідуально.

Мета дослідження – розробка оптимальних температурних режимів кондиціонування бульб картоплі для стабілізації їх якості.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженнях використовували 5 сортів картоплі зарубіжної селекції компаній НЗРС (Нідерланди) та Solana (Німеччина), які належать до двох груп стиглості: середньоранні (Сатіна – контроль, Ред Леді, Моцарт) і середньостиглі (Ароза – контроль, Сіфра). Бульби вирощували в умовах ТОВ «Біотех ЛТД». Дослідження проводили в лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва НУБІП України у 2013 – 2015 рр.

Бульби картоплі дослідних сортів теплювали від 4 °С (температура зберігання) до температур 6-24 °С (інтервал зміни температури – 2 °С) та витримували за цієї температури протягом 3-4 днів і потім допомогою пенетрометра Wagner FT визначали щільність м'якуша. Значення температури, за якої щільність м'якуша бульб картоплі практично переставала змінюватися, відмічали як оптимальну.

Стійкість до потемніння м'якуша сирих та варених бульб визначали за температур: 4 (контроль, без кондиціонування), 8, 12, 16, 20 та 24 °С.

Стійкість м'якуша сирих бульб проти потемніння визначали, розрізаючи їх навіпіл та аналізуючи колір м'якуша через 10 хв, 1 год, 2 год та 3 год. Ступінь потемніння картоплі визначають окремо для трьох кольорів сирого м'якуша картоплі – білого, світло-жовтого (кремового) і жовтого. Шкали склалися з 9 еталонів, кожний з яких відповідає певній оцінці (в балах): 9 – колір м'якуша чистий без будь-якого відтінку; 8 – м'якуш має ледь сіруватий відтінок; 7 – м'якуш має сіруватий відтінок; 6 – м'якуш світло-сірого кольору; 5 – м'якуш насиченого сірого кольору; 4 – м'якуш темно-сірого кольору; 3-1 – м'якуш від темно-сіро до чорного кольору.

Стійкість м'якуша варених бульб до потемніння проводили, оцінюючи їх візуально після очищення: 5 балів – м'якуш не

темніе протягом 2 год після варіння; 4 бали – слабе потемніння; 3 бали – середнє потемніння; 2 бали – значне потемніння; 1 бал – темніе дуже сильно.

Результати дослідження та їх обговорення. Результати досліджень зміни щільності бульб картоплі за різних температур кондиціювання представлено на рисунку. Оптимальною вважали таку температуру, за якої щільність м'якуша бульб практично переставала змінюватися.

Отримані результати свідчать, що бульби картоплі відрізнялися за щільністю м'якуша як у сортовому розрізі, так і під дією температурного фактора. Так, за температури зберігання (без кондиціювання) найменші значення цього показника ($9,31 \text{ кг/см}^2$) отримали бульби сорту Сіфра, а найбільші ($10,6 \text{ кг/см}^2$) – сорту Моцарт.

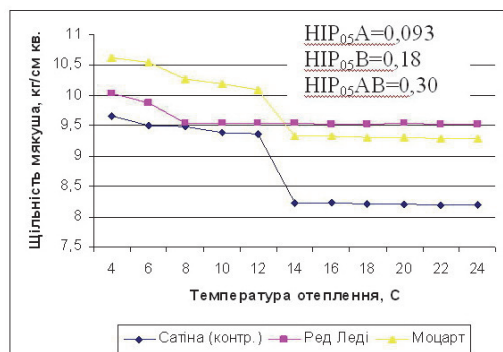
Зі збільшенням температури кондиціювання щільність бульб всіх сортів зменшувалася. Однак стабільні значення щільності отримували за різних температур. Із групи середньоранніх сортів найменшої температури отеплення (8°C) потребував сорт Ред Леді (щільність м'якуша $9,55 \text{ кг/см}^2$). Однакової температури кондиціювання (14°C) потребували сорти Сатіна та Моцарт, хоч їх щільності м'якуша різни-

лися – відповідно $8,23 \text{ кг/см}^2$ та $9,32 \text{ кг/см}^2$. У групі середньостиглих для сорту Ароза оптимальною температурою було 14°C (щільність м'якуша $9,12 \text{ кг/см}^2$), а для Сіфри – 18°C (щільність $7,92 \text{ кг/см}^2$).

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу температури кондиціювання на стійкість м'якуша бульб картоплі до потемніння.

Головним фактором, який збільшує величину потемнілих бульб є механічні травмування, які вони зазнають під час переміщення. Бульби картоплі на шляху із сховища до місця їх пакування та на переробні підприємства проходять складний шлях транспортування, на якому вони зіштовхуються одна з одною, стикаються з елементами технологічного обладнання та зазнають падіння з різної висоти. Типова схема руху включає в себе підбирання бульб із підлоги за допомогою скутер-підбирача та транспортування їх через складну систему транспортерів, сортувальних столів та інше, аж до фасування в тару. У лабораторії ми відтворили цей шлях. Бульби дослідних сортів після проходження ними процесу кондиціювання за різних температур піддавали технологічній обробці сортування з дотри-

середньоранні



середньостиглі

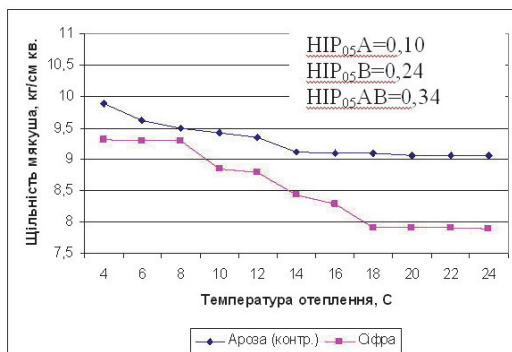


Рис. Залежність щільності м'якуша дослідних сортів бульб картоплі від температури кондиціювання, середнє 2013 – 2015 рр.

1. Стійкість до потемніння сирого м'якуша бульб картоплі після їх зберігання, кондиціонування за різних температур та сортування (бал), середнє за 2013 – 2015 рр.

Сорт	Температура кондиціонування					
	контроль (без кондиціонування)	8	12	16	20	24
середньоранні						
Сатіна	3	5	7	9	6	4
Ред Леді	4	9	8	6	6	5
Моцарт	4	6	8	9	7	5
НІР ₀₅ А	0,72					
НІР ₀₅ В	1,01					
НІР ₀₅ АВ	1,01					
середньостиглі						
Ароза	3	6	7	9	6	4
Сіфра	5	7	8	8	9	8
НІР ₀₅ А	0,69					
НІР ₀₅ В	1,19					
НІР ₀₅ АВ	1,19					

манням усіх висот падіння на прорезиневу стрічку транспортера і потім проводили визначення стійкості сирого та вареного м'якуша картоплі до потемніння.

Аналіз отриманих результатів (табл. 1, 2) вказує на те, що існує тісний зв'язок між температурою кондиціонування та ступенем потемніння бульб.

Кондиціонування бульб за 8 °С (табл. 1, 2) сприяло різкому зростанню стійкості до потемніння у сирих бульбах (Сатіна до 5 балів, Моцарт, Ароза до 6 балів, Сіфра до 7 балів та Ред Леді до 9 балів), а у варених до 5 балів (Ред Леді) та 4 балів (Сатіна, Ароза).

Подальше збільшення температури кондиціонування до 12 та 16 °С вплинуло на зростання стійкості до потемніння сирих та варених бульб лише у деяких сортів. Зокрема, за температури 12 °С свіжі бульби картоплі усіх сортів мали стійкості до потемніння 7-8 балів. Тобто, зростання температури сприяло збільшенню цього показника для всіх сортів, крім сорту Ред Леді (його стійкість зменшилася на 1 бал). Така ж тенденція щодо стійкості була характер-

на для варених бульб. Водночас слід відмітити, що Сатіна та Ароза отримали максимальний бал стійкості – 5 (табл. 2).

За 16 °С максимальну стійкість у сирих бульбах отримали сорти Сатіна, Моцарт та Ароза, а у варених Сатіна, Ароза та Сіфра (табл. 1, 2). Бульби сорту Ред Леді за цієї температури зменшили стійкість до потемніння, як у свіжих так і варених та отримали відповідно – 6 і 4 бали.

Температура кондиціонування 20 °С (табл. 1, 2) була сприятливою з точки зору стійкості до потемніння лише для картоплі сорту Сіфра, оскільки значення цього показника для сирих і варених бульб були відповідно 9 та 4 бали. Інші сорти знизили стійкість до потемніння за цієї температури у сирих до 6-7 балів та у варених до 3-4 балів. Тобто, збільшення температури вище значень, які ми встановили як оптимальні, за результатами досліджень щільності м'якуша, обумовлювало зниження стійкості до потемніння. На нашу думку, це можна пояснити активізацією ферментів бульб, зокрема поліфенолоксидази, за вищих температур кондиціонування.

2. Стійкість до потемніння вареного м'якуша бульб картоплі після їх зберігання, кондиціонування за різних температур та сортування (бал), середнє за 2013 – 2015 рр.

Сорт	Температура кондиціонування					
	контроль (без кондиціонування)	8	12	16	20	24
середньоранні						
Сатіна	2	4	5	5	3	2
Ред Леді	3	5	4	4	4	3
Моцарт	3	3	4	4	3	3
НІР ₀₅ А	0,36					
НІР ₀₅ В	0,51					
НІР ₀₅ АВ	0,51					
середньостиглі						
Ароза	2	4	5	5	3	3
Сіфра	3	3	4	5	4	4
НІР ₀₅ А	0,37					
НІР ₀₅ В	0,65					
НІР ₀₅ АВ	0,65					

Застосування температури 24 °С сприяло суттєвій втраті у стійкості сирих бульб майже для всіх сортів (4-5 балів) і лише Сіфра мала досить високі показники: 8 балів у сирих та 4 бали у варених (табл. 1, 2).

Таким чином, можна зробити висновок, що стійкість до потемніння сирих та варених бульб картоплі залежить від температури отеплення. При цьому найкращі значення за цим показником корелюють із значеннями температур, які були встановлені, як оптимальні, за результатами досліджень щільності м'якуша і становлять для Сатіни, Моцарта та Арози – 12 та 16 °С, для Ред Леді – 8 та 12 °С, а для Сіфри – 16 та 20 °С.

Дослідження впливу температури кондиціонування на кількість відходів за рахунок потемніння м'якуша проводили наступним чином: бульби після зберігання нагрівали до температур: 8, 12, 16, 20, 24 °С, витримували в таких умовах 3-4 доби та пропускали їх через сортувальну лінію. Потім бульби зберігали за температур 18-20 °С упродовж 6-7 діб (умови супермаркетів, де реалізується продукція) і

визначали величину відходів. Контроль – бульби без кондиціонування. Результати цих досліджень наведено в таблиці 3.

Отримані результати свідчать про те, що підвищення температури бульб сприяє зниженню величини втрат. Мінімальна їх кількість відповідає оптимальним значенням температур кондиціонування, які були встановлені експериментальним шляхом у залежності від щільності м'якуша.

Так, для бульб із групи середньоранніх сортів мінімальну кількість відходів отримали: для Сатіни – 5 % за температури – 16 °С, Ред Леді – 4 % за 8 та 12 °С, Моцарта – 2 % – за 16 °С. Для середньостиглих – це були значення: Ароза – 6 % за 16 °С, а Сіфра 3 % – за 20 °С.

Висновки.

1. Щільність м'якуша бульб картоплі зменшується із зростанням температури до певних її значень, які індивідуальні для кожного сорту та надалі практично не змінюється. Величина температури, за якої щільність м'якуша бульб набуває стабільних значень, відповідає оптимальній температурі їх кондиціонування.

3. Кількість бульб із потемнілим м'якушем після кондиціювання за різних температур та наступного сортування, %, середнє за 2013 – 2015 рр.

Сорт	Температура кондиціювання					
	контроль (без кондиціювання)	8	12	16	20	24
середньоранні						
Сатіна	23	14	6	5	7	7
Ред Леді	18	4	4	5	6	6
Моцарт	19	12	7	2	4	5
НІР _{0,5} А	0,87					
НІР _{0,5} В	1,24					
НІР _{0,5} АВ	1,24					
середньостиглі						
Ароза	20	15	10	6	6	8
Сіфра	21	12	16	4	3	4
НІР _{0,5} А	0,84					
НІР _{0,5} В	1,46					
НІР _{0,5} АВ	1,46					

2. Бульби картоплі різних сортів мають різні значення щільності, які залежать як від біохімічного складу та інших факторів і є їх сортовою ознакою. Не існує прямої кореляції між рівнем щільності та оптимальною температурою кондиціювання. Остання може бути встановлена лише експериментальним шляхом для кожного сорту окремо. Так, було встановлено, що оптимальними температурами для бульб картоплі є у групі середньоранніх: 8 °С (Ред Леді, щільність 9,55 кг/см²) та 14 °С (Сатіна, щільність 8,23 кг/см² і Моцарт, щільність 9,32 кг/см²), а у середньостиглих: 14 °С (Ароза, щільність 9,12 кг/см²) та 18 °С (Сіфра, щільність 7,92 кг/см²).

3. Індивідуально-визначена температура кондиціювання сприяє зниженню травмованості тканин і, як наслідок, підвищенню стійкості до потемніння та зменшує кількість бульб із потемнілим м'якушем. Так, мінімальну кількість відходів за рахунок потемніння м'якуша отримали: Сатіна – 5 % (температура – 16 °С), Ред Леді – 4 % (температура 8 та 12 °С), Моцарт – 2 % (температура 16 °С), Ароза – 6 % (температура 16 °С), а Сіфра 3 % (температура 20 °С).

4. Найкращі значення стійкості до потемніння у сирих та варених бульбах забезпечували температури кондиціювання: для Сатіни, Моцарта та Арози – 12 та 16 °С, для Ред Леді – 8 та 12 °С, а для Сіфри – 16 та 20 °С.

Література

1. Метлицкий Л. В. Основы биохимии и технология хранения картофеля / Л. В. Метлицкий, С. А. Гусев, И. П. Тектонида. – М.: Колос, 1972. – 207 с.
2. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С. С. Туболев [и др.]. – Москва : Агроспас, 2010. – 316 с.
3. Саврасова Н. Р. Анализ контактного динамического взаимодействия клубня картофеля с поверхностью / Н. Р. Саврасова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – № 1-2. – С. 493-498.

4. Яшина И. М. Значение сорта в современных технологиях производства картофеля / И. М. Яшина // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля. Чебоксары: КУП ЧР «Агро-Инновации». – 2010. – С. 41-44.
5. Поморцева Т. И. Технология хранения и переработки плодовоовощной продукции: Учебник для нач. проф. образования: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования. / Т. И. Поморцева. – Москва: Издательский центр «Академия». – 2003. – 136 с.
6. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.]. – Москва: Картофелевод. 2007. 192 с.

References

1. Metlytskiy, L. V., Husev, S. A. Tektonydy, Y. P. (1972). Osnovy byokhymyy y tekhnolohyia khranenyia kartofelia [Basics of biochemistry and technology of potato storage]. Moscow, Russia: Kolos, 207.
2. Tubolev, C. S., Shelomentsev, S. Y., Pshechenkov, K. A., Zeiruk, V. N. (2010). Mashynnye tekhnolohyy y tekhnika dlia proyvodstva kartofelia [Machine technology and technology for potato production]. Moscow, Russia: Ahrospas, 316.
3. Savrasova, N. R. (2010). Analiz kontaktnoho dynamicheskoho vzaymodeistviya klubnia kartofelia s poverkhnosti [Analysis of the contact dynamic interaction of the potato tuber with the surface]. Yzvestiya Samarskoho nauchnogo tsentra RAN, 1-2, 493-498.
4. Yashyna, Y. M. (2010). Znachenye sorta v sovremennykh tekhnolohiyakh proyvodstva kartofelia [The importance of variety in modern technologies of potato production]. Aktualnye problemy sovremennoy yndustryy proyvodstva kartofelia. Cheboksary: KUP ChR «Ahro-Ynnovatsyy», 41-44.
5. Pomortseva, T.Y. (2003). Tekhnolohyia khranenyia y pererabotky plodoovoshchnoi produktsyy [Technology of storage and processing of fruits and vegetables]. Uchebnyk dlia nach.prof.obrazovaniya: Ucheb. posobyie dlia stud. sred. prof. Obrazovaniya. Moscow, Russia: Yzdatelskiy tsentr «Akademya», 136.
6. Pshechenkov, K. A., Zeiruk, V. N., Elanskiy, S. N., Maltsev S. V. (2007). Tekhnolohyy khranenyia kartofelia [Potato storage technologies]. Moscow, Russia: Kartofelevod, 192.

SUMMARY

A. Davydenko. *Conditioning potato tubers as an element of technology quality stabilization / Biological Resources and Nature Management.* – 2017. – 9, №5–6. – P.108–115.

At harvesting, transporting, loading and unloading and sorting potato tubers obtained mechanical damages. As a result of injury, the vacuole shells break and the polyphenols that are in them are oxidized by the action of oxygen in the air. Substances that are formed in this way the cause of denaturation of proteins and darkening of potato tubers [1]. As a result, potato consignments can contain up to 40% of products with darkened pulp. Most of all, tubers are injured, which were stored at a lower temperature (less than 6 °C). One of the technological methods, which reduce the level of injury, is the conditioning (heating) of potatoes at elevated temperatures. It was found that increasing the temperature of tubers from 2 to 14 °C helps to reduce their level of injury from 18 to 4% [2].

The purpose of the research: development of optimal temperature regimes for conditioning potato tubers to stabilize their quality.

Potato tubers of companies HZPC (Netherlands) and Solana (Germany) which apply to two groups of ripeness: medium-early and medium-ripe were investigated.

Potato tubers of the investigated varieties were heated from 4 °C (storage temperature) to 6-24 °C (temperature change interval – 2 °C). After that in the potatoes determine density of tubers, the degree of darkening of pulp and the number of darkened tubers.

As a result, it was found that in the group of medium-early varieties the optimal conditioning temperature for the Red Lady variety is 8 °C, and for Satina and Mozart – 14 °C, and in the group of medium-ripe: 14 °C for Arosa and 18 °C for Sifra.

There is a close relationship between the temperature of conditioning, the degree of pulp darkening and the number of tubers with darkened pulp. Thus, the minimum amount defect in quality of potatoes due to darkening of pulp was obtained: Satina – 5% (temperature – 16 °C), Red Lady – 4% (temperature 8 and 12 °C), Mozart – 2% (temperature 16 °C), Arosa – 6% (temperature 16 °C) and Sifra 3% (temperature 20 °C).

Keywords: potato tubers, injury, pulp density, conditioning temperature, pulp darkening, quality stabilization

АННОТАЦІЯ

А. Ю. Давиденко. Кондиціонування клубней картофеля, як елемент технології стабілізації їх якості // Біоресурси і природокористування. – 2017. – 9, №5–6. – С.108–115.

При сборе, транспортуванні, загрузке-выгрузке и сортировке клубни картофеля получают механические повреждения. В результате травмирования разрываются оболочки вакуолей и полифенолы, которые в них находятся, окисляются под действием кислорода воздуха. Вещества, которые при этом образуются становятся причиной денатурации белков и потемнения клубней картофеля [1]. В результате товарные партии картофеля могут содержать до 40 % продукции с потемневшей мякотью. Больше всего травмируются клубни, которые хранились при пониженной температуре (менее 6 °С). Одним из технологических приемов, который уменьшает уровень травмирования, является кондиционирования (прогревание) картофеля при повышенных температурах. Было установлено, что увеличение температуры клубней с 2 до 14 °С способствует снижению уровня их травмированности с 18 до 4% [2].

Цель исследований: разработка оптимальных температурных режимов кондиционирования клубней картофеля для стабилизации их качества.

Исследовали клубни картофеля компаний HZPC (Нидерланды) и Solana (Германия) двух групп спелости: среднеранние и среднеспелые.

Клубни картофеля исследуемых сортов прогревали от 4 °С (температура хранения) до температур 6-24 °С (интервал изменения температуры – 2 °С) и определяли плотность, степень потемнения их мякоти и количество потемневших клубней.

В результате было установлено, что в группе среднеранних сортов оптимальной температурой кондиционирования для сорта Ред Леди является 8 °С, а для сортов Сатина и Моцарт – 14 °С, а в группе среднеспелых: 14 °С – для Арозы и 18 °С – для Сифры.

Установлена тесная взаимосвязь между температурой кондиционирования, степенью потемнения и количеством клубней с потемневшей мякотью. Так, минимальное количество отходов за счет потемнения мякоти получили: Сатина – 5 % (температура – 16 °С), Ред Леди – 4 % (температура 8 и 12 °С), Моцарт – 2 % (температура 16 °С), Ароза – 6 % (температура 16 °С) и Сифра 3 % (температура 20 °С).

Ключевые слова: клубни картофеля, травмирование, плотность мякоти, температура кондиционирования, потемнение мякоти, стабилизация качества