

A banán gyümölcs keménységének vizsgálata az érlelési folyamat során

K Á D A S L A J O S

Kereskedelmi és Vendéglátóipari Főiskola, Budapest

Érkezett; 1982. augusztus 21.

A banánt sajátos növényfiziológiai viselkedésének megfelelően, kifejtett állapotban, de teljesen zölden szüretelik, így szállítják és csak közvetlenül a kereskedelmi forgalmazását megelőzően érlelik, szigorúan meghatározott körülmények (hőmérséklet, páratartalom, légösszetétel) mellett. Az érlelési ciklus rendkívül gyors, átlagosan 5–7 nap. Ez jó lehetőséget biztosít az egyes részfolyamatok megfelelő tanulmányozásához. A levonható következtetések nem csak elméleti szempontból, a gyümölcserés fiziológiájának megismerése szempontjából jelentősek, hanem segítséget nyújtanak ahhoz is, hogy az érlelés és a forgalmazás körülményeit az elméletileg legkedvezőbb mederbe terelhesük.

Munkánk során a gyümölcshéj és a gyümölcshús keménységének változását vizsgáltuk, amelynek ismerete – az érést kísérő egyéb folyamatok szem előtt tartása mellett – lényeges az érlelési folyamat befejeződésének indikálásához és a kiskereskedelmi forgalomba történő kiszállítás alatti mechanikai károsodás veszélyének elkerülése szempontjából még kedvező állapot meghatározásához.

Jelen közleményünk kapcsolódik azokhoz a korábbi munkáinkhoz, amelyeket már megelőzően ismertettünk a banán gyümölcserés-folyamataival kapcsolatban (1, 2, 3, 4).

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkat ecuadori importból származó banán gyümölcscsel (*Musa acuminata*, cv. Cavendish) végeztük. A mintákat véletlenszerűen válogattuk a szállítmányok különböző pontjairól, így a vizsgálatokat a szállítmányokra általánosan jellemzőnek ítéltető tétellel végeztük.

A gyümölcshús és gyümölcshéj keménységének meghatározását a „Labor” Műszeripari Művek által gyártott OB–204 típusú penetrométerrel végeztük. A vizsgálatok során a nemzetközileg elfogadott és leggyakrabban használt 5 mp-es behatolási időt alkalmaztuk 20 ± 1 °C hőmérsékleten. A gyümölcshéj és gyümölcshús keménységét azonos csúcssugarú behatoló testtel mértük, amely az adott gyümölcscrészek keménységének leginkább megfelel.

A méréseket minden esetben egyaránt elvégeztük a termés proximális, mediális és disztális részén a gyümölcshús vizsgálata során ügyelve arra, hogy a behatolás ne a termésképzésben résztvevő termőlevelek illeszkedési helyén, hanem a reálisan értékelhető eredményt adó gyümölcshús felületen történjen.

Minden gyümölcs egyeden 6–6 mérést végeztünk. Eredményként az egyes érési fokozatokra nézve (4, 5) – amelyben a kezdeti állapotot a teljesen zöld éretlen, de kifejlett gyümölcs jelöli a végsőt a fogyasztásra érett, teljesen sárga enyhén pettyeződött héjú gyümölcs – ötszöri ismétlés átlagát adtuk meg.

A gyümölcsökben a Ca-pektát állapotú pektintartalom – amelyet a mindennapos szóhasználattal gyakran protopektinnek is mondanak – és a gyümölcs szövetek szilárdsága között egyenes arányú összefüggés van. Az érés során a protopektin ún. oldható pektinné alakul át, és ez eredményezi a gyümölcsök puhulását (6). A protopektinek lebomlása a légzéssel összefüggő folyamat. Minél intenzívebb a légzés, az oldható pektin képződése annál gyorsabb. A hőmérséklet és az oxigén koncentráció növekedése, az etilén jelenléte serkenti a pektinek bomlását (7). Elősegíti a pektinek bomlását a sejttal kalcium-tartalmának csökkenése is (8). A vízoldékony pektin mennyiségének növekedése azonban nincs arányban a protopektin bomlásával (9, 10). Ez arra mutat, hogy az oldható pektin egy része szintézisekhez használódik fel, vagy a légzési láncban tovább fragmentálódik.

A fenti folyamatokat a banán esetében kevésbé tanulmányozták, noha a mesterséges érlelés során a fenti tényezők közül a hőmérsékletnek, az etiléngáz alkalmazásának, illetve rajtuk keresztül a légzési folyamatok irányított lefolyásának nagy jelentősége van. Ezeknek az ismereteknek egyik legjobb áttekintése Simmonds összefoglaló jellegű munkájában található (11).

Vizsgálataink során mi sem törekedtünk a fiziológiai-biokémiai összefüggések feltárására, csupán arra szorítkoztunk, hogy nyomon kövessük a keménység változását a banán érlelése során, és abból a gyakorlat számára vonjunk le következtetéseket.

Mérési eredményeink számszerű értékeit az 1. táblázat mutatja, a folyamat dinamikáját pedig az 1. ábra szemlélteti.

Megfigyelhető, hogy a gyümölcshús és a gyümölcshéj puhulása közel azonos jellegű folyamat szerint történik.

Az érettség kezdeti állapotaiban mindkét gyümölcsrész szövetek keménysége nagy, a behatolótest penetrációja alig növekszik. A 4-es és 5-ös érettségi állapotban – a klimaktérium időszakában, ahol minden, az érést kísérő fiziológiai folyamat felgyorsul – a gyümölcsrészek fokozott puhulása következik be, majd csekély mérséklődés után a teljes érettséget jelölő 7-es állapotban ismét jelentősen növekszik.

A gyümölcsnek az érlelő kamrából történő kitérőlése és a kiskereskedelmi forgalomba való kiszállítása szempontjából az 5-ös érettségi fok ítélnél megfelelőnek. Ekkorra lezajlottak azok a kedvező élettani változások, amelyek a gyümölcsöt beltartalmi értékei alapján fogyasztásra alkalmassá teszik, másrészt – a mérések tanúsága szerint – még megfelelően szilárd a gyümölcs szövetszerkezete ahhoz, hogy a forgalmazását megelőző kiszállítással együtt járó mechanikai igénybe vételnek megfelelően ellenálljon.

Ezt követően időben is gyorsan bekövetkezik a gyümölcs teljes puhulása. A gyümölcshús esetében ez – a pektin bomlás mellett – főként a keményítő hidrolízisével képződő mintegy 20%-nyi egyszerű cukor ozmótikus hatására bekövetkező víztartalom növekedésével (4), a héj esetében annak elvékonyodásával és az epidermisz sejtek gyors öregedésével magyarázható. Ilyen állapotban a gyümölcs a szállítás során jelentősen károsodik, veszít értékéből.

Az érlelés üzemi körülményei között az érettség megállapítása empirikus úton, főként a gyümölcs színeződésének megfigyelésével történik. A műszeresen meghatározott ideális állapotnak az felel meg, amikor a gyümölcshéj már sárga színű, de a végein a zöld alapszín még fellelhető.

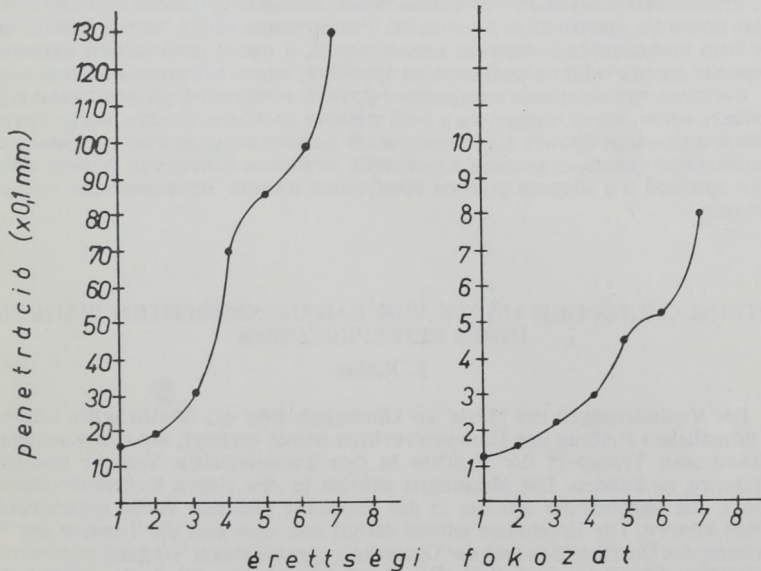
A banán gyümölcs keménysége az érési folyamat különböző állapotaiban

penetrométer egység: $\times 0,1$ mm

Érettségi fokozat	Behatolás	
	Gyümölcshéj	Gyümölcshús
1	1,2	16,5
2	1,6	21,6
3	2,2	32,3
4	3,0	70,2
5	4,5	84,1
6	5,2	97,2
7	7,8	128,4

GYÜMÖLCSHÚS

GYÜMÖLCSHÉJ



1. ábra.

- (1) Kádas L., Bánki Gy.; ÉVIKE 17, 289, 1971.
- (2) Kádas L.; Botanikai Közlemények 60, 243, 1973.
- (3) Kádas L.; Botanikai Közlemények 62, 259, 1975.
- (4) Kádas L., Lindner K.; ÉVIKE 25, 20, 1979.
- (5) Post, R. P.; Bananas. Guide and Data Book Chapt. 53, 665, 1966.
- (6) Schmidt, H.; Biol. Zbl. 81, 213, 1962.
- (7) Boros R.; Gyümölcsstárolás. Mezőgazdasági Kiadó, Bpest 1970.
- (8) Ulrich, R.; Ann. Rev. Plant Physiol. 9, 385, 1958.
- (9) Weurman, C.; Publ. Centr. Inst. Voedingsond, T. N. O. Utrecht 147, 1, 1952.
- (10) Kobel, F.; Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage Springer-Verlag, Berlin, 1954.
- (11) Simmonds, N. W.; Bananas. Longmand Green Co. Ltd. London 1966.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЁРДОСТИ ФРУКТА БАНАН В ПРОЦЕССЕ ЕГО СОЗРЕВАНИЯ

И. Кадош

Автор исследовал изменение твёрдости кожицы и мякоти банана в процессе созревания с целью инструментального определения оптимального состояния фрукта, в котором состоянии желательно вывозить фрукты в торговую сеть. Измерения автор проводил согласно общепринятым дифференцированным методам, в семи степенях зрелости фрукта.

Результаты показали, что размягчение кожицы и мякоти фрукта происходит почти по идентичным процессам. Размягчение обеих частей фрукта значительно повышается в периоде климактерии, а после небольшого умерения, в периоде достижения полной степени зрелости, опять значительно ускоряется.

Согласно проведенным измерениям фрукты в торговый оборот лучше всего вывозить тогда, когда находятся в 5-ой степени зрелости, то есть, когда фрукты жёлтые а кончики фрукта ещё зелёные. В данном периоде уже наступают положительные физиологические изменения, тканевая структура фрукта становится прочной и в обороте фрукты устойчивые против механическим повреждениям.

UNTERSUCHUNG DER HÄRTE VON BANANENFRÜCHTEN WÄHREND IHRES REIFEPROZESSES

L. Kádas

Die Veränderungen der Härte der Obstschale und des Obstfleisches während der künstlichen Reifung von Bananenfrüchten wurde verfolgt, um den günstigsten Zustand zum Transport der Früchte in den kommerziellen Verkehr praktisch bestimmen zu können. Die Messungen wurden in den sieben Reifestufen durchgeführt, die voneinander auf die in der Literatur üblichen Weise unterscheidet werden können. Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass sich die Tendenz der Erweichung des Obstfleisches und der Obstschale gemäss einem Vorgang von beinahe identischem Charakter verändert. Die Erweichung beider Obstteilen erhöht sich bedeutend in der Periode des Klimakteriums, sodann folgt eine geringe Minderung, und schliesslich wird der Vorgang wieder wesentlich schneller beim Erreichen der vollen Reife. Auf Grund der Messungen ist der Reifezustand No. 5 — als die Gelbreife des Obstes schon fortgeschritten ist, aber seine apikalen Teile noch grün

sind — die geeignetste Periode zum Vertrieb der Bananenfrüchten, weil die günstigen physiologischen Veränderungen schon stattfanden und die Gewebestruktur der Früchte genügend fest wurde, um die mit dem Vertrieb verbundene mechanische Beanspruchung genügend zu überstehen.

INVESTIGATION OF THE HARDNESS OF THE BANANA FRUIT DURING ITS RIPENING PROCESS

L. Kádas

The changes in the hardness of the peel and the sarcocarp of banana fruits during their artificial ripening were followed in order to determine practically the most favourable condition for the transport of the fruits into the commercial traffic. Measurements were carried out in the seven degrees of ripening distinguished in literature in a generally accepted way. The results indicate that the trend of softening of the sarcocarp and of the peel of the fruits are changing in a process of a nearly identical character. The softening of both parts of the fruits increases significantly in the climacteric period, then after a slight restraint becomes again quicker on attaining the state of full ripeness. On the basis of the measurements the ripeness degree Nr. 5 is the most suitable for marketing the fruits — when the fruit already becomes yellow but the apexes remain still green. At this time the favourable physiological alterations took already place and the tissue structure of the fruit is hard enough to resist adequately to the mechanical stress during its marketing.