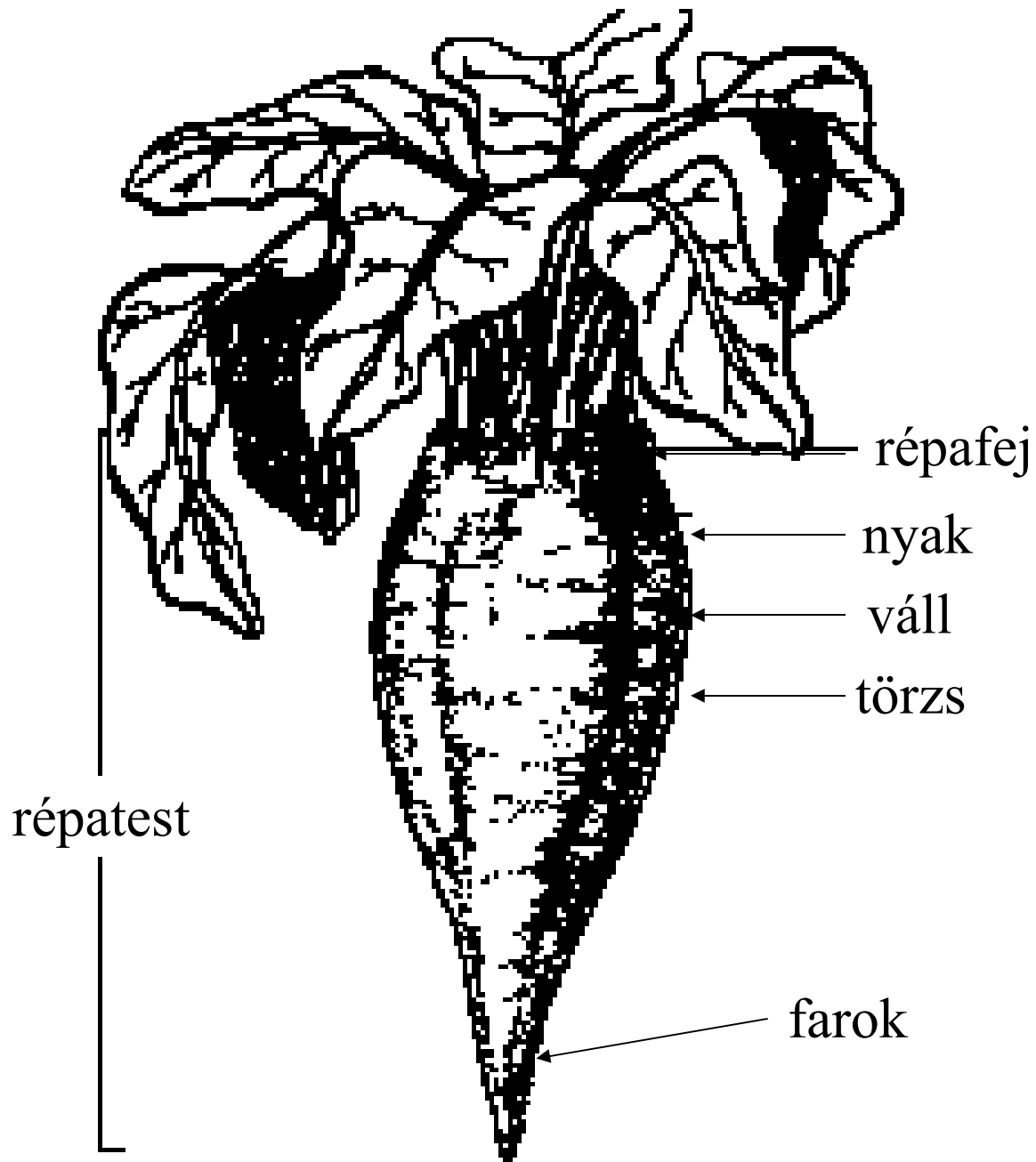


# ÉLELMISZERIPARI ISMERETEK

## Cukorrépa (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)

Dr. Varga Csaba  
főiskolai adjunktus

# Jelentősége



**Répatest:** a levelek nélküli répanövény, melynek részei a répafej, répanyak, gyökértest és a farok.

- **Répafej (epicotyl):** a répatest legfelső része, a legalsó alvó rügykoszorúig terjedő az elszáradt levélgyekek helyét is magába foglaló föld feletti szárrész. A gyökértömegének 6-15 %-a.
- **Répanyak (hypocotyl):** a fej és a gyökértest között elhelyezkedő, levélrügytől és oldalgyökértől mentes rész, melyet felülről az alsó levélrügy, alulról a legfelső oldalgyökér határol.
- **Gyökértest (radix):** a felső részén megvastagodott karógyökér, ami lefelé haladva kúposan vékonyodik, egészen addig, amíg eléri az 1 cm átmérőt.
- **Gyökérfarok:** a répa gyökérének legalsó 1 cm-nél kisebb átmérőjű része.

# Az ipar cukorrépával szemben támasztott általános követelmények

- A fajta szerepeljen a Nemzeti Fajtajegyzékben.
- Legyen egészséges, szövete fehér, rugalmasan kemény, répaszagú, idegen szagtól mentes, szabályosan fejelt.
- A gyökértest keresztmetszetében legalább 8 edénynyalábgyűrű van, tömege legalább 100 g/db, cukortartalma legalább 14 % szeptember 26. után.
- Ne tartalmazzon rothadt, fagyott, felengedett répát és szervetlen szennyeződést.

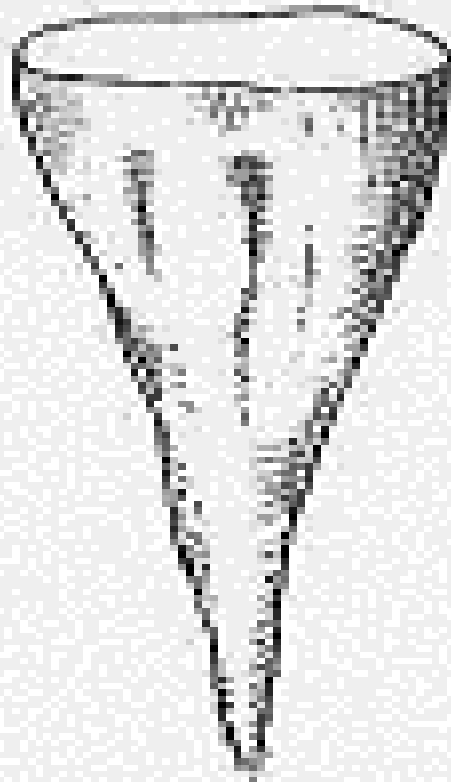
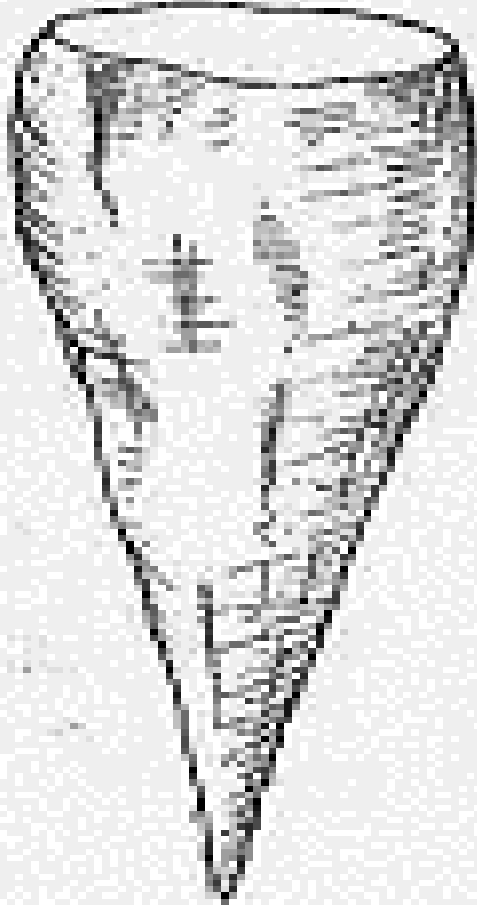
- A **fonnyadt répa** elvékonyodó (3-4 cm átmérőjű) része kézzel könnyen hajlítható. Ezzel szemben a **friss répa** pattanva törik.
- **Felmagzott réparól** beszélünk, ha az már az első vegetációs évben generatív fázisba megy át. Ilyenkor a répafej megnyúlik, szövete fásodik, ezért feldolgozásra alkalmatlanná válik.
- **Ágas répának** nevezzük a főgyökér sérülése vagy más káros hatások következtében elágazódott gyökértestű répát.
- A **fagyott répa** szövete elváltozik, felengedés után puha, benyomható, piszkosfehér vagy szürke színű.
- A **rothadt répa** szövete szintén elváltozott, színe barna majd fekete. A károsodott rész puha, nyálkás, szétfolyó.
- A romlás következtében a felületén penészfoltokat tartalmazó répát **penészes répának** nevezzük.

- A betakarítás, szállítás, stb. során a répa könnyen sérül. Ha a répán 5 cm-nél nagyobb átmérőjű törés, szúrás, nyomás, vágás vagy 5 mm-nél mélyebb roncsolás található akkor a répa **súlyosan sérült**. Ha ez a sérülés kisebb, mint 5 cm, illetve a roncsolás sekélyebb, mint 5 mm-nél akkor **enyhén sérült répáról** beszélünk.
- Az 1 cm-nél kisebb gyökérfarok részeket és a letöredezett répatest darabokat **répatörmeléknek** nevezzük.

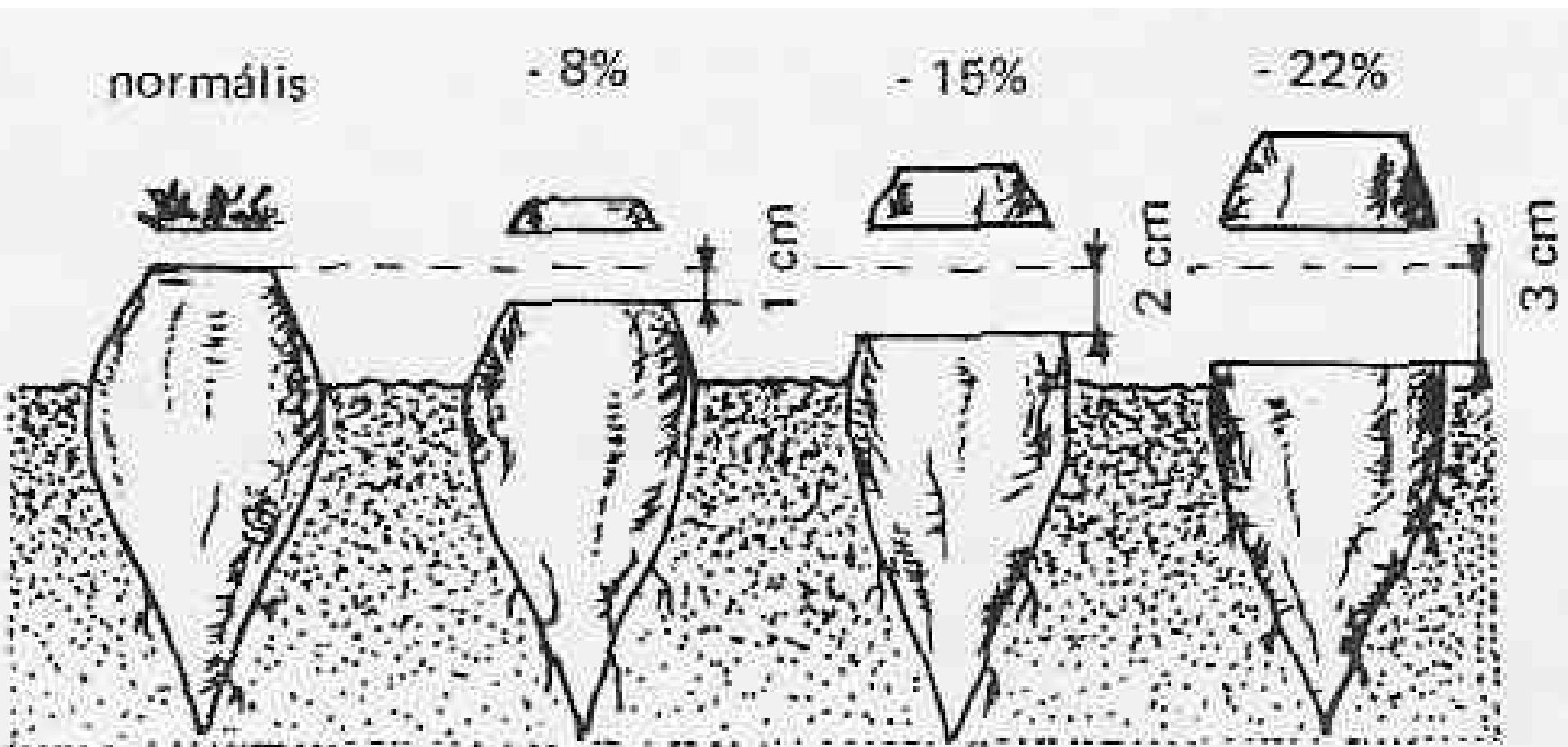
# Fejezés

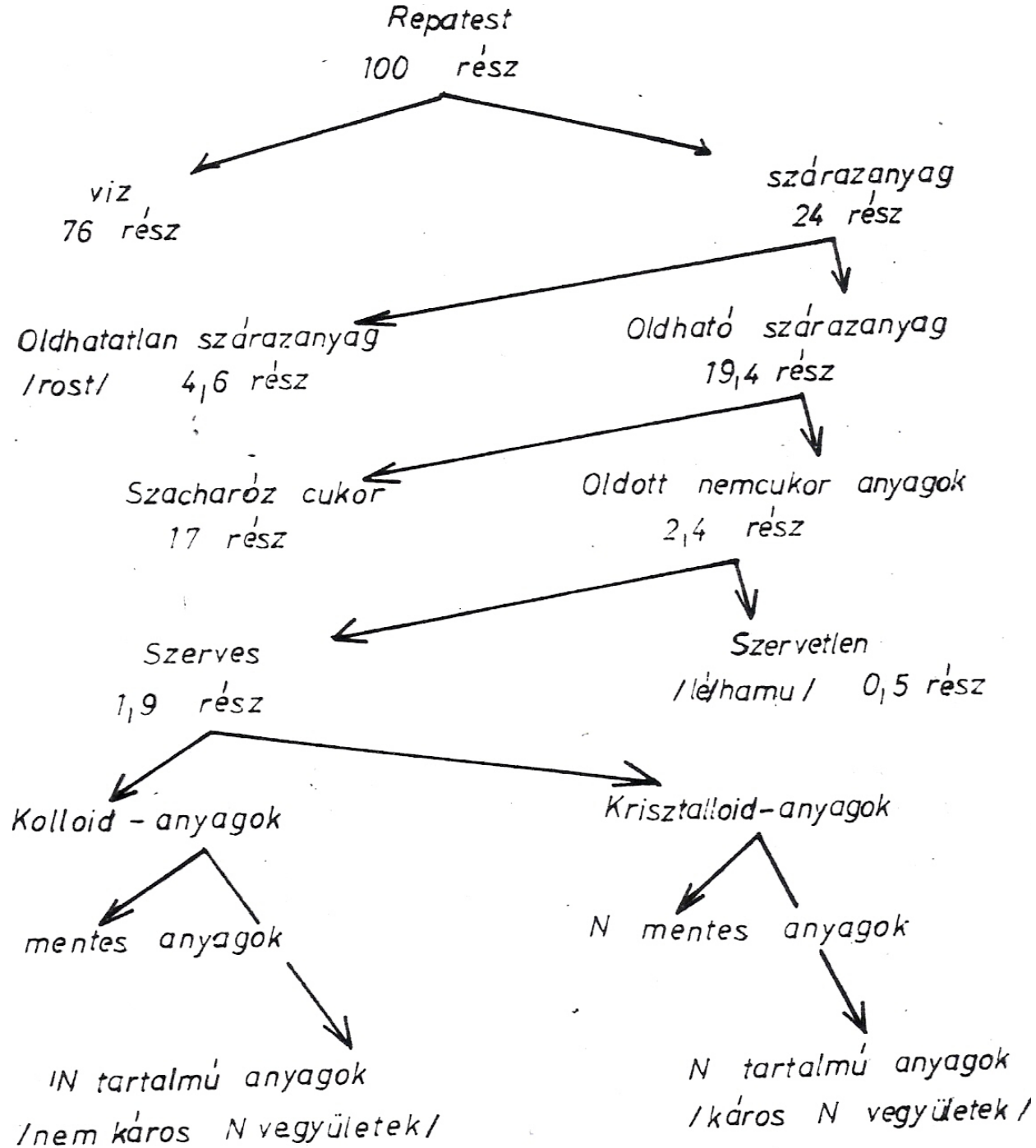
- A **répa szabályosan fejezett**, ha a répafejet a zöld eleven levelek alatt és a legalsó alvó rügykoszorú felett sima vágással távolítják el, és a répát a rajta visszamaradt száraz, illetve zöld levélmaradványoktól megtisztították.
- A répa **mélyen fejezett** ha a fejezést a nyakba vagy a gyökértestbe hatolva végezték el. Hátránya, hogy gyökértömeg veszteséget, cukorveszteséget okoz, és a répa hamarabb romlik a tárolás alatt.
- **Hiányosan (magasan) fejtelt répa** ha a legalsó alvó rügykoszorú fölött zöld levélmaradványok vannak. Hátránya, hogy az alvórügyek kihajtása tárolási veszteséget okoz, a répán maradt fejrész pedig kisebb cukortartalma révén a technológia számára kedvezőtlen.



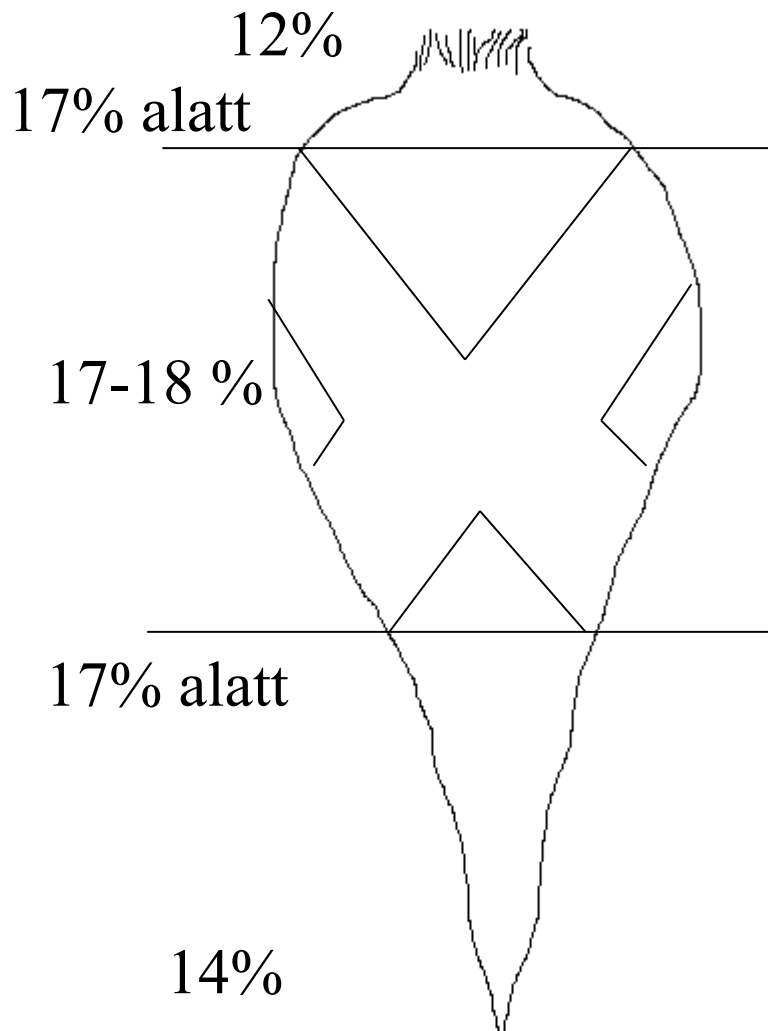


# Túlfejezéssel járó tömegveszteségek





# A cukortartalom répán belüli megoszlása



# A megengedhető hibák és szennyeződések maximális mértéke

Szennyeződések (m/m %)		Hibák (db %)	
Szerves szennyeződés	0,2	Fonnyadt répa	5
Répatörmelék	1,3	Penészes répa	1
Répán maradt fej és levél	5,0	Súlyosan sérült répa	15
Föld	15,0		

# Betakarítás

- előszezón szeptember 10 - október 10.
- főszezón október 11- november 20.
- utószezón november 21. után kezdődik.

A cukorgyárak általában október 17.-ig felárat fizetnek a beszállított répa után a termés kiesés kompenzálása érdekében.

$$\text{Szállítmány nettó tömege} = \frac{\text{Szállítmány tömege} - \frac{\text{Tisztítatlan tömege} - \text{tisztított töm}}{\text{Tisztítatlan répa tömege}} \times 100}{1}$$

A rakomány mérlegelésekor, a répa átvétele során, a tömeget 10 kg-ra kerekítve kell megállapítani hitelesített mérlegen. Ezt a bruttó tömeget kell a fenti képlet segítségével korrigálni.

# Mintavétel

- A szennyezettség és a cukortartalom megállapítása céljából legalább 20 kg tömegű mintát kell venni mintavevő berendezéssel. Ha ez nem áll rendelkezésre, akkor a szennyezettség becsléssel is meghatározható.
- 15 ha-nál nem nagyobb cukorrépa termőterületig 20 t-ként vagy járművenként, 16-100 ha közötti termőterület esetében 30 t-ként vagy járművenként, 100 ha termőterület felett 50 t-ként kell mintát venni a szennyezettség és a cukortartalom meghatározására. Ez utóbbi vizsgálatot 48 órán belül el kell végezni.
- A hibás répák mennyiségének meghatározásához a mintának legalább 100 db répát kell tartalmaznia.



# A cukorrépa kémiai összetétele

- Víz 70-80 % (szárazanyag 20-30 %)
- Rost 1,2-3,6 %
- Oldható szárazanyag 18-26 %
- ebből:
  - szacharóz 13,5-20 %
  - oldott nemcukor anyagok 5-10 % (szerves 6 % + szervesetlen 1,5 %)

# A cukorrépa kémiai összetétele

- A káros nitrogén vegyületek a szerves oldott N-tartalmú nemcukor anyagok csoportjába tartoznak. Az oldott nemcukor anyagokhoz soroljuk a szacharózon kívüli összes kémiai értelemben vett cukrot. Ilyen például a kristályosodást gátló invertcukor (glükóz és fruktóz elegye) vagy a raffinóz nevű triszacharid.
- A N-tartalmú szerves anyagokhoz tartoznak a fehérjék, aminosavak, amidok, betain. Az utóbbi kettőt káros nitrogén vegyületeknek nevezzük, mert gátolják a cukortartalom kinyerhetőségét, így sok cukor kerül a melaszba. Mennyiségük a kék szám (alfa-amino-nitrogén tartalom) segítségével becsülhető.

# A cukorrépa kémiai összetétele

A N-mentes szerves anyagok közül a szerves savak a legjelentősebbek. (oxálsav, tejsav, vajsav, almasav, borkősav).

A szervesetlen nemcukor anyagok közül az oldható ásványi elemek érdemelnek figyelmet. Mennyiségük vezetőképesség útján mérhető, ezért konduktometriás hamutartalomnak is nevezzük. Főbb alkotói: K, Ca, Na, Mg.

# Primer minőségi mutatók

- Átlagos gyökérsúly (0,5-1,0 kg)
- Gyökérsúly megoszlása
- Gyökerek sérülési foka
- Szennyezettség
- Elágazó tövek száma
- Levélmaradványok tömege
- Rostatartalom
- Hexozán tartalom
- Szárazanyag tartalom
- K, Na, P, Ca, Mg-tartalom
- Összes anion mennyisége
- Vágási ellenállás
- Elaszticitási modulus
- A szacharóz diffúziós konstansa
- Cukortartalom
- Invertáz aktivitás
- Raffinóz tartalom
- Szaponin tartalom
- Konduktometriás hamutartalom
- Alfa-amino-nitrogén tartalom (20-50 mg/100 g)
- Invertcukor tartalom

# Vágási ellenállás

A vágási ellenállás azt a fajlagos munkát jelenti, ami ahhoz szükséges, hogy a répaszövet egységnyi felületét adott vágóélel átvgjuk. Az időjárástól és a betakarítás időpontjától függően a vágási ellenállás 0,94-1,48 kJ/m<sup>2</sup> között változik. Az érték száraz időjárás, későbbi betakarítás esetén magasabb.

$$\text{Vágási ellenállás [kJ/m}^2\text{]} = 0,11 \cdot \text{nyersrost \%} + 0,92$$

# Vágási ellenállás

A cukorrépa minősítése a vágási ellenállás szerint  
(Vukov-Hangyál, 1983)

Vágási ellenállás kJ/m <sup>2</sup>	Minőségi osztály
0,8 alatt	puha
0,8-1,4	normális
1,4-1,8	enyhén fás
1,8-3,0	fás
3,0 felett	erősen fás

# Elaszticitási modulus

Az elaszticitási modulus a turgorállapokra, képlékenységre és a rugalmasságra ad felvilágosítást. Öntözetlen területen ez az érték 53-71, öntözött termesztés esetén 67-85 között változik.

Elaszticitási modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	Turgorállapot	Minőségi osztály
70-140	friss	ideg
42-70	szikkadt	rugalmas
18-42	fonnyadt	puha
18 alatt	erősen fonnyadt	igen puha

A hőkezelt répaszelet elaszticitási modulusa a hőmérséklet és az idő szerint (Vukov-Hangyál, 1983)

Hőfok	Elaszticitási modulus (kg/cm <sup>2</sup> )		
	10 perc	20 perc	30 perc
50 °C	28	26	23
60 °C	17	11	6,50
70 °C	5,70	2,80	2,50
75 °C	2,80	2,70	2,50
80 °C	2,50	1,85	1,75
85 °C	2,00	1,60	1,45



# A répa invertcukor tartalma

$$g = \frac{-D}{2,34 \cdot 10^{-10}} + 3,93$$

- D: diffúziós állandó m<sup>2</sup>/s
- g: invertcukor tartalom g/100g

# Hamutartalom

A répa hamutartalmából kb. 0,1-0,2 % a rosthoz kötve fordul elő. A fennmaradó ún. oldható hamutartalom átlagos értéke 0,4-0,6 %; szélsőértékei 0,3-1,2 % között változnak.

Hamualkotó	Mennyisége %- ban
$K_2O$	22-60
$Na_2O$	2-18
$CaO$	2-17
$MgO$	5-15
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	1-5
$P_2O_5$	2-20
Cl	1-12
$SiO_2$	0-2

(Vukov-Hangyál, 1983)

# Kék szám

A káros nitrogén tartalom meghatározása során az amino-nitrogén tartalmat állapítják meg. Ebből az amino-N ( $N_A$ ) tartalomból számíthatjuk a kékszámot.

A répa átlagosan 20-50 mg/100g  $\alpha$ -amino-N-t tartalmaz.

$$N_B = \frac{N_A \cdot 0,9}{0,94}$$

# Az amino-N felhalmozódásának az oka

A szénhidrát-anyagcsere során ketosavak képződnek, melyek a felvett nitrogénnel együtt aminosavakat, fehérjéket képeznek.

A termelődött ketosavak mennyisége a szénhidrát-anyagcserétől függ, amihez viszont megfelelő mennyiségű káliumot kell a növénynek felvennie (minél több káliumot vesz fel a növény annál több ketosav képződik).

Ha a növény több nitrogént vesz fel, mint amennyi ahhoz szükséges, hogy az a ketosavakkal együtt aminosavakat és fehérjéket képezzen, akkor savamidok keletkeznek. A savamidok a répa nitrogén tartalékai, melyek nagyobb ketosav termelés mellett aminosavakká alakulnak. Az amidok közül a glutamin teszi ki a káros N-tartalom (kékszám) legnagyobb részét.

A túlzott mértékű nitrogéntrágyázás, illetve az elégtelen káliumtrágyázás egyaránt a káros nitrogén tartalom növekedését eredményezi, mely csökkenti a répából kinyerhető cukor mennyiségét.

# Sérülékenység

A betakarításkor a hosszú, karcsú répák könnyebben sérülnek. A hosszúságot a karcsúsági index-szel, a karcsúságot az alakindex-szel fejezzük ki.

$$\text{karcsúsági index} = \frac{\text{Gyökértest hossza}}{\text{Legnagyobb átmérő}}$$

<1,5 tömzsi  
> 2 hosszú  
> 2,25 igen hosszú

$$\text{alakindex} = \frac{\text{Répahossz felénél mért átmérő}}{\text{Legnagyobb átmérő}}$$

0,65 vastag  
0,55 orsó  
0,5 karcsú

# A sérülés mértéke

$$\text{brutalitási tényező} = \frac{\text{sérült felület}}{\text{összes felület}} \cdot 100$$

0-10 % kíméletesen kezelt

10-30 % közepes sérülés

30 % felett nagy sérülés

# Szekunder minőségi mutatók

- Tisztaság (a répában, lében, melaszban, stb. a szárazanyag és szacharóz aránya)
- Alkalitási együttható
- A kinyerhető (hasznos) cukortartalom
- A répa összes nemcukor tartalma

$$\text{Tisztasági hányados} = \frac{\text{A lé polariméterrel meghatározott szacharóztartalma} \cdot 100}{\text{A lé refraktométerrel meghatározott szárazanyag-tartalma}}$$

Reinfeld képlettel (**kinyerhető cukortartalom**):

$$\text{Digestio}\% - 0,343 (\text{K}+\text{Na}) + (0,094\text{N}) + 0,29$$

K: mekv.  $\text{K}_2\text{O}/100$  g répa      N: mekv. amino-N

Na: mekv.  $\text{Na}_2\text{O}/100$  g répa

Általában a kinyerhető cukortartalom a digestio 0,76-0,84 %-a.

A répa **összes nemcukor tartalma** (NC) jelenti a préslé valamennyi összetevőjét a szacharóz kivételével.

$$\text{NC} = \frac{100 \text{ Cr}}{\text{Q}} - \text{Cr}$$

$$\text{Q} = \frac{100 \text{ C}}{\text{S}}$$

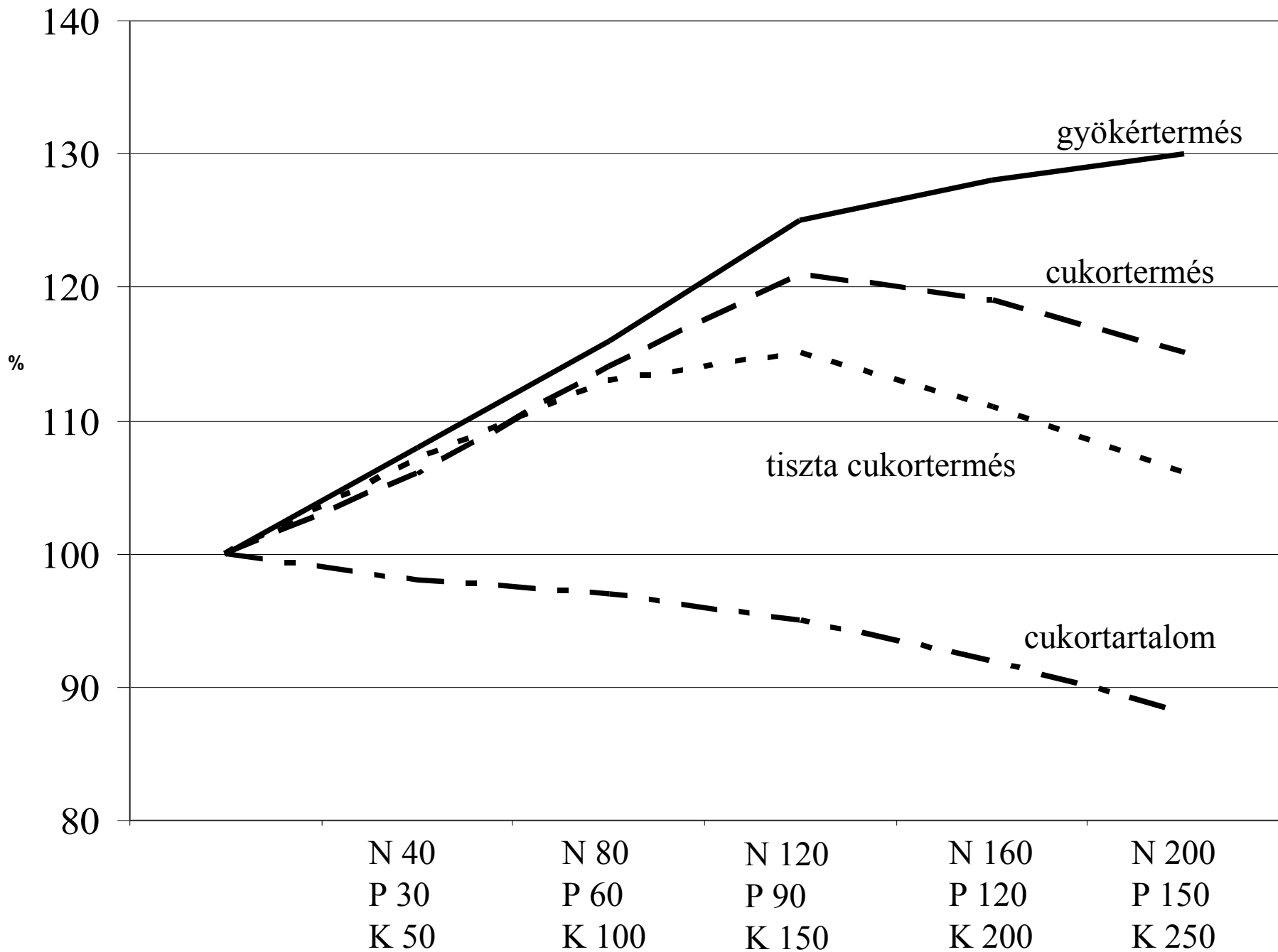
Cr: a répa cukortartalma %-ban

C: a lé cukortartalma %

Q: a lé tisztasági hányadosa %-ban

S: a lé szárazanyag tartalma %



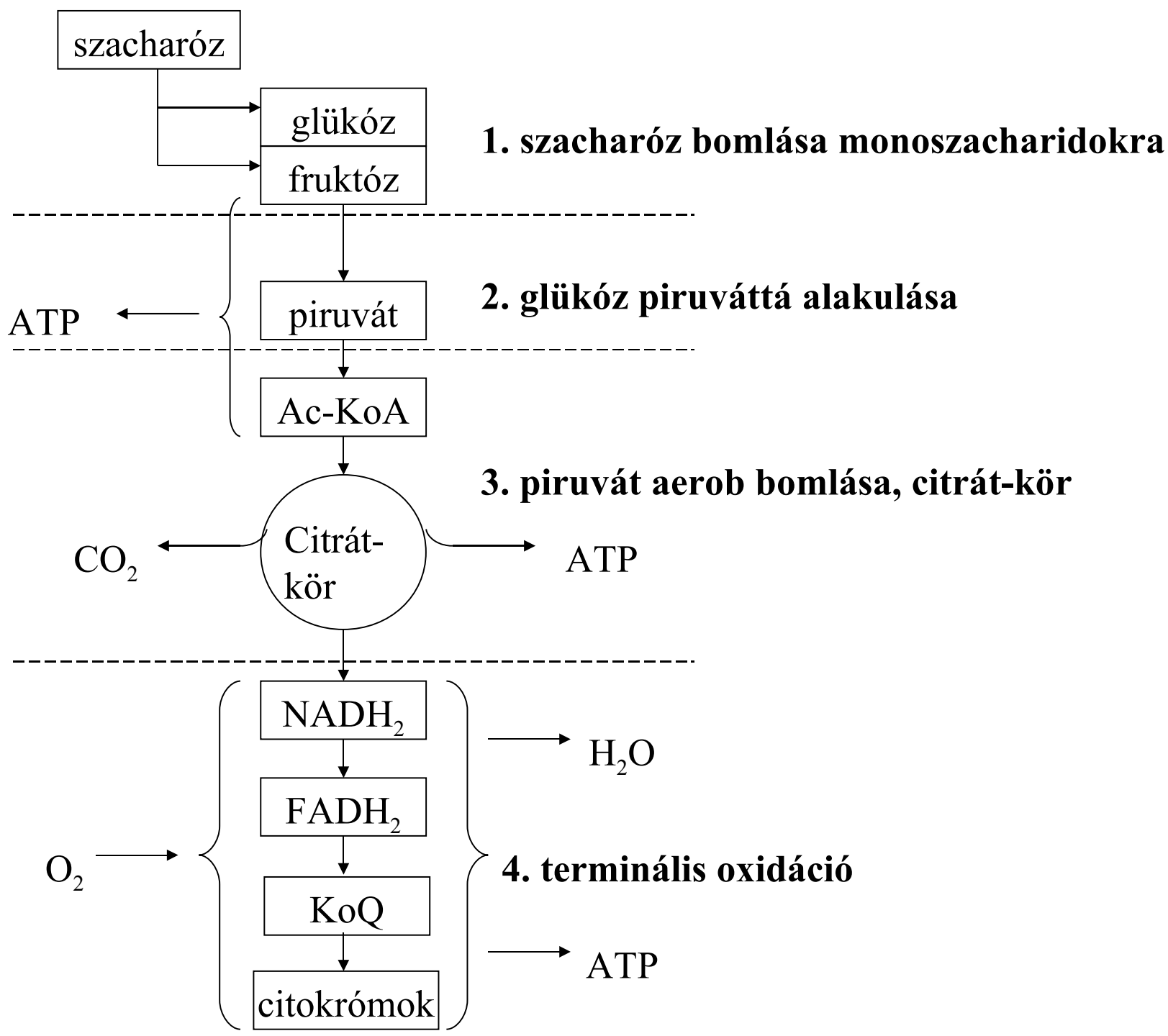


# A tárolás során lejátszódó élettani folyamatok

A cukorrépában a tartalék szénhidrát szacharóz formájában raktározódik.

A tárolás során a répában a lebontó (disszimilációs) folyamatok uralkodnak, melyek közül a legfontosabb a légzés, amely energiát szolgáltat a tárolás alatt végbemenő energiaigényes folyamatokhoz. Ilyenkor a szacharóz széndioxidra és vízre bomlik, miközben hőenergia termelődik, és a répa oxigént fogyaszt.

Célunk ezen életműködések minimálisra csökkentése.



# A répa légzése

A répa lélegzése során hőmérséklete nő és felületére víz csapódik ki. A vízkicsapódási pontokon megindul a répafej kihajtása. A kihajtás során a répa sok cukrot bont le, sőt a hajtások a répától intenzívebben lélegeznek, ami szintén növeli a cukorveszteséget. Nem következik be kihajtás  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt és  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  felett. A hajtások növekedése  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a leggyorsabb,  $3\text{-}5\text{ mm/h}$ .

A légzés során minden  $1\text{ kg}$  cukor elégetése  $15\text{ }100\text{ kJ}$  hőenergia és  $0,58\text{ kg}$  víz felszabadulásával jár.

# A répa légzése

A szerves anyag lebomlásához a répa oxigént használ fel. 1 mg oxigén felvétele 0,89 mg szacharóz lebomlásával és 1,37 mg szén-dioxid termelésével jár.

A légzés sebessége ( $v$ ) a hőmérséklettel exponenciálisan nő. Értéke a  $\text{cm}^2/\text{g}$ -ban kifejezett fajlagos felület ( $A$ ), és a Celsius fokban kifejezett hőmérsékletnek ( $T$ ) ismeretében számítható.

$$v = 0,135 \cdot A \cdot e^{\alpha T} \quad [\text{mg O}_2/\text{g répa /nap}]$$

$e$  : természetes logaritmus alapja  
 $\alpha$ : állandó (0,12)

$$\text{cukorveszteség} = 0,89 \cdot v = 0,12 \cdot A \cdot e^{\alpha T} \quad [\text{mg szacharóz/g répa/nap}]$$

Értéke 0 °C-on 0,012 %, 12 °C-on 0,045 %.

Optimális tárolási körülmények között ez az érték kb. 0,02 %.

# A tárolás gyakorlata

Tárolásra csak egészséges, ép, sérüléstől mentes répa alkalmas. A répát prizmákban tárolják., melyek lehetnek **széles vagy nagy prizmák**. Az előbbi 6-10 m széles és 1-1,5 m magas, míg az utóbbi 3-6 m magas és 4-6-szor ilyen széles. A tárolás alatt +1 és +3 °C közötti hőmérsékletet kell biztosítani, állandó szellőztetés mellett. A prizma hézagterfogata 30-40 %, térfogattömege 650-800 kg/m<sup>3</sup>.

A **fedetlen prizma** esetén a szellőztetést természetes úton oldják meg. Ezt segíti a prizma alján 4-6 m-enként elhelyezett, lécből és lemezfordóból készített csatorna, melynek keresztmetszete 0,6 m<sup>2</sup>.

# A tárolás gyakorlata

A **fedett prizmák** esetében a takarást fóliával valósítják meg. Hideg szélben a fólia eltávolításával vagy a szellőzőcsatornák nyitásával tudjuk a hűtőlevegőt beengedni. A takarás véd a napsütéstől, a fagyástól és a meleg szélétől. Gyakran a nagy prizmákat nem fedik, csak a szellőzőcsatornákat zárják le. Ennek oka, hogy a nagy prizmák felülete viszonylag kicsi és a fagyás a felületi rétegről nem terjed a mélyebb rétegekre.

A nagyobb méretű, mesterséges szellőztetésű prizmák esetén, a szellőzőcsatornán ventilátorral nyomják keresztül a levegőt. Ilyenkor a levegő hőmérséklete legalább 4 °C-kal hidegebb legyen, mint a prizmáé. 1 tonna répa szellőztetéséhez kb. 40 m<sup>3</sup> levegőre van szükség.

# A tárolás gyakorlata

A prizmán áthaladó levegő által felvett és elszállított hőmennyiség (Q):

$$Q = 2,47 \cdot (T_2 - T_1) \quad [\text{kJ/m}^3]$$

$T_2$ : kilépő levegő hőmérséklete

$T_1$ : belépő levegő hőmérséklete

Az 1 tonna répa lehűtéséhez szükséges szellőztető levegő mennyisége [ $\text{m}^3/\text{t}$ ] szintén számítható:

$$L = 1440 \cdot \frac{T_e - T_r}{T_2 - T_1}$$

$T_e$ : hűtendő prizma hőmérséklete

$T_r$ : lehűtött prizma hőmérséklete



# Tárolás alatti kedvezőtlen folyamatok

Tárolás alatt a répa cukortartalma, az elaszticitási modulus és a diffúziós állandó csökken, romlik a lé tisztasági hányadosa, nő a pektin-, invertcukor-, és aminosav-tartalom, valamint a vágási ellenállás.

A fonnyadás a répa nedvességtartalmának, cukortartalmának, invertcukor tartalmának és feldolgozhatóságának csökkenését, az átmeneti cukorbomlási termékek felhalmozódását okozza. A fonnyadt répát a mikrobák könnyen ellepik és rothadásnak indul. A fonnyadás 40% vízveszteség után irreverzibilissé válik.

# A répa és a mikrobák

Főleg a szaprofita penészgombák támadják meg a répát. Az egészséges és a vágott, de nem roncsolt felületű répát annak oxidáló enzimszisztere védi a mikrobák ellen. A penészgombák a talajból közvetlenül vagy a szél segítségével kerülnek a répa felületére. Életműködésükhöz 100 % relatív nedvesség és +25 °C hőmérséklet az optimális, fejlődésük 5 °C-on megáll.

A penészgombák előkészítik a terepet az élesztőgombák és a rothasztó baktériumok számára. A répa lágyrothadását elsősorban a pektinbontó, cellulózbontó és a Coli baktériumok okozzák. Később a répa felületén a sugárgombák is megjelennek. A répa magasabb cukortartalmú és a vékonyabb farki része a kórokozók fertőzésének jobban ki van téve. A már felengedett répán a nyálkás rothasztó baktériumok is elszaporodnak. Az ilyen répa feldolgozása szinte lehetetlen.

# A répa és a fagy

Fagyáskor a répa szövetei először túlhűlnek ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on), majd a sejtekben lévő apró vízcseppek jégkristályokká alakulnak. A cukorrépa tartósan  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt tárolva megfagy, ezért a biztonságos tároláshoz  $+1\dots+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  szükséges. A megfagyott répában az enzimek működése leáll, légzése megszűnik. Az időjárás enyhülésekor a fagyott répa felenged. Az ilyen répában az enzimek működése szabálytalanul indul meg és a mikroorganizmusok is gyorsan, elszaporodnak.