A CUKORRÉPA-LEVÉL NUTRITIV ÖSSZETÉTELE ÉS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE AZ ÉLELMISZERIPARBAN

TDK dolgozat

Szerző(k): Pletikoszity Tamás[1]

[1]4. évfolyam Biokémiai mérnök szak BSc

Témavezető(k): Dr. Sörös Zita[1]

[1]Egyetemi tanár, Szénhidráttartalmú-élelmiszeripari Mérnöki Tanszék

Konzulens(ek): Dr. Nikola Maravić[1]

[1]Asszisztens, Szénhidráttartalmú-élelmiszeripari Mérnöki Tanszék

Lezárva: 2022. szeptember 16.

Tartalmi összefoglaló

A cukorrépát elsősorban gyökere miatt termesztik fehércukor előállítás érdekében. Annak ellenére, hogy a leveleit az állati takarmányként használják, többnyire mezőgazdasági hulladékként tekintenek rá figyelmen kívül hagyva a lehetséges ipari hasznosítását. Evvel szemben, ellentétben más növényi levelekkel, magas fehérjetartalommal rendelkezik, amely kiváló szerepet kaphatna az élelmiszeriparban protein és esszenciális aminosav forrásként. Emiatt az idei kutatásom témájaként a cukor-répalevél összetételének meghatározását választottam, különös hangsúlyt fektetve proteintartalmára.

A szerves anyagok kivonása során elsősorban a levelek nutritív összetételére (cukrok, cellulóz, fehérjék, zsírok és olajok) fektettük a hangsújt, amelyeket mennyiségileg is meghatároztunk. Az izolálás lépéseit a Hivatalos Analitikai Kémikusok Szövetségének eljárása szerint végeztük el laboratóriumi körülmények között. Kísérletünk során az általunk kivont anyagok hozamát szerettük volna meghatározni, ugyanis ezek alapján bírjuk eldönteni, hogy, mely anyagokat lehetne jövedelmezően hasznosítani a különféle iparágakban. Mérésünk során arra meggyőződésre jutottunk, hogy a cukorrépa magas rost- (31,58%), cukor- (28,89%) és fehérjetartalommal (31,33%) rendelkezik, tehát az előbb említett anyagokat lehetne a legkifizetőbben felhasználni ipari termelés céljából.

Kulcsszavak: **mennyiségi meghatározás, ipari felhasználás, fehérjék, cukrok, rostok**

Tartalom jegyzék

1. Bevezetés 4
2. Célkitűzések 4
3. Szakirodalmi áttekintés 5
3.1. A cukorrépa 5
3.2. A cukorrépa felhasználása 5
3.3. A cukorrépa levél felhasználása az élelmiszeriparban és a gyógyszeriparban 6
4. Anyagok és módszerek 7
4.1. Anyagok 7
4.2. Módszerek 7
4.2.1. A teljes cukortartalom meghatározása 7
4.2.2. A redukált cukor-tartalom meghatározása 8
4.2.3. A nedvességtartalom meghatározása 8
4.2.4. A zsírtartalom meghatározása 9
4.2.5. A fehérjetartalom meghatározása 9
4.2.6. A rosttartalom (cellulóztartalom) meghatározása 10
5. Eredmények és azok kiértékelései 10
6. Záradék 11
7. Irodalomjegyzék 12

1. Bevezetés

A cukorrépa (Beta vulgaris L.) az Aamaranthaceae családba tartozó növényfaj, az Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet felmérése szerint a legtermesztettebb termények közé tartozik (FAO, 2019).

Elsősorban gyökere miatt termesztik fehércukor előállítás érdekében. Annak ellenére, hogy a leveleit az állati takarmányként használják, többnyire mezőgazdasági hulladékként tekintenek rá figyelmen kívül hagyva a lehetséges ipari hasznosítását. Evvel szemben, ellentétben más növényi levelekkel, magas fehérjetartalommal rendelkezik, amely kiváló szerepet kaphatna az élelmiszeriparban protein és esszenciális aminosav (lizin, leucin, valin, fenilalanin, treonin, izoleucin és metionin) forrásként, amelyeket állati eredetű élelmiszerekből juttatunk be szervezetünkbe, mint például hústermékekből, halból, tejből és tojásból, ám a világ népességének rohamos növekedésével újabb alternatív fehérjeforrásokra van szükség. Emiatt az idei kutatásom témájaként a cukorrépa-levél összetételének meghatározását választottam, különös hangsúlyt fektetve proteintartalmára.

2. Célkitűzések

A munkám legelső fázisaként magamhoz vettem egy hollandiai egyetem és egy török kutatócsoport munkáját, amelyek javában fedik az én kutatási területem is, részletesen írnak benne a szerves vegyületek izolálási és elemzési módszereiről, emiatt kiváló útmutatóként szolgáltak nekem. A szerves anyagok (cukrok, cellulóz, zsírok és olajok) kivonására és mennyiségi meghatározására már sor került, melyet a Hivatalos Analitikai Kémikusok Szövetségének eljárása szerint végeztük el. A fehérje kivonását a korlátozott vegyszerkészlet miatt egy későbbi időpontra halasztottuk, viszont 3 különböző módszer alapján tervezzük elvégezni: izoelektromos, ammónium-szulfátos és izoelektromos-ammónium-szulfátos kicsapással. Kapott eredményeket összehasonlítjuk, és azok alapján meghatározzuk a legnagyobb hozammal járó eljárást.

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. A cukorrépa

A cukorrépa (Beta vulgaris) egy magas szacharóztartalommal rendelkező növény, amelyet elsősorban cukor előállítására használják. Gyökere nagy mennyiségű vizet (megközelítőleg 75%) és cukrot tartalmaz, cukortartalma 12 és 21% között mozog, emiatt is kiváló ennek a feladatnak az elvégzésére. Mindezek mellett sok egyéb szerves polimer anyagot is tartalmaz, mit például cellulózt, lignint, pektint, hemicellulózt, amelyet állati takarmányozásra használják. Kizárólag mérsékelt éghajlatú területen terem ellentétben a cukorelőállításra használt társnövényével, cukornáddal, ami a forró égövi és szubtrópusi vidékek lakója. Termőtalaja fontos, hogy tápanyagokban és nedvességben gazdag legyen, illetve tartalmazzon elegendő mennyiségű humuszt és alkáli fémsókat, ezért az agyagos termőterületeken ajánlatos őket termeszteni. A cukorrépa átlagos tömege fél és 1 kg közé tehető, hossza körülbelül 35 cm. Hosszának java a föld alatt található, gazdag, dús levélzet csupán a földfelszínen vagy egy kicsivel a földfelszín felett kezdődik el.

3.2. A cukorrépa felhasználása

A cukorrépa legfontosabb és legközismertebb termékei tartozik a cukorszirup, amely előállításához először a cukorrépát apróra szeletelik, majd néhány órán át főzik. A keletkezett anyagok ezután összepréselik, és egy mézszerű anyagot kapunk, amit élelmiszerek ízesítésére használnak. Szintén jelentős még a fagyásgátlóként történő felhasználása is, előnyös tulajdonsága, hogy a legtöbb fagygátló sókeverékkel ellentétben nem korrodál, mégis jelentősen lecsökkenti a keverékek fagyáspontját. A cukorrépa termesztése sokoldalú mezőgazdasági előnnyel jár. A cukorrá történő feldolgozása során melléktermékként melaszt kapunk, amelyet állati takarmányeledelek készítésére használnak, illetve a cukorgyártás során keletkezett egyéb hulladékanyagokat kiválóan fel lehet használni a talaj pH szintjének növelése érdekében. Az feldolgozáskor keletkezett szennyvizet pedig iparilag könnyedén semlegesíteni lehet és növények öntözésére felhasználni.

3.3. A cukorrépa levél felhasználása az élelmiszeriparban és a gyógyszeriparban

A levelek élelmiszer formájában történő hasznosítása bő történetnek örvend, a múlt század híres tudósait többször is megihlette a gondolat, hogy egyszerű természetes anyagok táplálékként szolgáljanak a világlakosság számára. Először a háborúk idején kialakult élelmiszer-hiány jelentette a legnagyobb gondot, manapság a rohamosan növekvő lakosság élelmezése került a megoldásra váró gondok listájának tetejére. Ennek érdekében a múltbéli tudósok megvizsgáltak több különféle növényt levélfehérje-extrakcióval, többek között cukorrépát, lucernát, spenótot, dohányt, maniókát, Moringa olifera leveleket, szójabab leveleket, különféle trópusi növényeket, azzal a céllal, hogy megállapítják közülük a legalkalmasabbat ennek a feladatnak elvégzésére. Az egyik legjelentősebb fehérje- és táplálékforrásnak a cukorrépa bizonyult, nagy fehérjetartalma ideális lenne a világélelmezési probléma kezelésére. Jelentős mennyiségű esszenciális aminosavat, tehát treonint, valint, fenilalanint, izoleucint, leucint, lizint és metionint tartalmaz. Ezek közül különösen fontosnak számít a valin és az izoleucin, ugyanis pozitív hatást gyakorolnak az izomfejlődésre, emiatt gyakran étrend-kiegészítőként hasznosítják őket. A fehérjében található szerin részt vesz a keratin, valamint purin és pirimidin nukleinsavak szintézisében. Az aszparaginsav fontos szerepet játszik az arginin a lizin, a metionin, a treonin és az izoleucin szintézisében, a glutaminsavat pedig élelmiszer-adalékanyagként használják mono-nátrium-glutamát formájában. Ezen kívül ismert róluk, hogy stabilizálják az olajcseppeket, tehát kiválóan hatnak emulgálószerként, és jó szaturációs képességet mutatnak. Emésztésük lassan történik, emiatt kitűnők lehetnének olajkapszulák stabilizálására elsősorban az egészségügy és a gyógyszeripar számára (A. Tamayo Tenori, 2017.).

A cukorrépából kivont cellulóz elsősorban a textiliparban kapna jelentősebb szerepet szálasanyag-gyártás (acetát, triacetát) terén. Kisebb mértékben a papírgyártás főszereplője lenne, itt elsősorban az inhomogén cellulózrost jönne számításba, amelyből nemezeléssel és víztelenítéssel papír készül, illetve a cellulózrost kémiai módosításával celofán is előállítható. Mindezek mellet az élelmiszeriparban is lehet őket hasznosítani térfogatnövelő anyagként, emulgálószerként vagy táplálkozási rostként (Dr. Andrus Sándor, 2003.).

A kinyert cukrot elsősorban édesítőszerként lehetne használni az élelmiszeriparban, ugyanis kiválóan ellensúlyozzák az élelmiszerekben használt egyéb anyagok esedékes kellemetlen ízét. A cukroknak szintén nagy szerepük van az élelmiszerek textúrájának meghatározásában, például a pektinnel alkotott keveréke a lekvárok zselés állagáért felelős. Képes megnövelni a keményítő gélesedési hőmérsékletét, és lekötni a légbuborékokat így könnyed szerkezetet az a süteményeknek. Az élelmiszerek tartósításában is fontos szereppel rendelkezik, képes lekötni a vízmolekulákat és az ozmotikus nyomás növelésével megakadályozza a mikroorganizmusok szaporodását, így a termék hosszabb ideig megőrzi szavatosságát.

A cukrok szintén fontos szerepnek örvendenek az alkoholos erjedés folyamatában, amely során élesztőgombák segítségével a cukormolekulák alkohollá alakulnak át oxigén hiányában. A keletkezett alkoholt szeszes italok előállítására használják (Aramrueang et al, 2017.).

4. Anyagok és módszerek

4.1. Anyagok

A cukorrépa leveleket több cukorrépa termesztőtől szereztük be Vajdaság különféle termővidékéről (Temerin, Inđija, Pancsova, Zenta) annak érdekében, hogy általános mintát kapjunk, amely képviselheti a Vajdaságban termő cukorrépák többségét. A termesztők cukorrépa leveleket többször átmosták iszap és egyéb szennyeződések, maradványok eltávolítása érdekében, majd -18° C-on tárolták őket.

4.2. Módszerek

4.2.1. A teljes cukortartalom meghatározása

A teljes cukortartalom meghatározása Luff-Schoorl eljárás szerint ment végbe. Kezdőlépésként kimértünk 5 g cukorrépalevél-mintát, amelyet egy 250 ml térfogatú lombikba helyeztünk, majd 200 ml desztillált vizet öntöttünk hozzá. A kapott keverékhez 5ml Carrez I és Carrez II reagenst adtunk, és rövid kevergetés után szűrőpapír segítségével az egyveleget leszűrtük. A szűrletből ezután 10 ml mintát vettünk, amelyet ezúttal egy kisebb, 100 ml-es lombikba raktunk, és FILTRAT-1-ként jelöltük meg. A filtrátot desztillált vízzel hígítottuk, majd néhány csepp metil narancsot cseppentettünk bele, amely segítségével követni tudtuk a közeg pH értékének változását. Ezt követően 0,5 ml tömény sósavat adtunk az oldathoz (az oldat pirosas színűvé vált). 30 percen át hevítettük forráspontjáig, majd 5 ml NaOH (1 mol/l) - t és ugyanennyi desztillált vizet öntöttünk hozzá. Ezzel azt értük el, hogy az oldatban található magasabb rendű cukrok cukoregységeire bomlottak szét. Az újonnan létrejött keverékből kimértünk 25 ml-t, amelyet egy Erlenmeyer-lombika helyeztünk majd 25 ml Luff-oldatot adtunk hozzá, amit 10 percnyi melegítés követett. Ez után megvártuk, hogy az elegy szobahőmérsékletre hűljön, 10 ml kálium-jodid oldatot és 25 ml kénsavat (6 mol/l) kevertünk hozzá keményítő oldat kíséretében (az egyveleg kékes színűvé vált). Utolsó lépésként az oldatot nátrium-biszulfáttal ($Na_2S_2O_3$) titráltuk, amíg az oldat el nem vesztette jellegzetes színét (A. Tamayo Tenori, 2017.).

4.2.2. A redukált cukor-tartalom meghatározása

A redukált cukor-tartalom mennyiségi meghatározása nagyban hasonlított a teljes cukortartalom vizsgálatához, csupán néhány lépésben tér el az imént említett eljárástól. A kis különbség annyiban nyilvánul meg, hogy az első szűrletből vett mintába egyből 25ml Luff-reagenst adunk nátrium-hidroxid adagolása nélkül, így meggátoljuk az összetett cukrok (pl. szacharóz) monoszacharid egységekre történő szétesését. Az analízis további lépései ezután egybeesnek a fent említett procedúra további fázisaival. A végeredményt az alábbi képlet segítségével kaptuk meg (A. Tamayo Tenori, 2017.):

$$\%\ (redukált\ cukor) = \frac{V_0 \times 25 \times f}{C_0 \times V_1}$$

1. egyenlet: A redukált cukortartalom meghatározása (A. Tamayo Tenori, 2017.)

C_0 – a minta koncentrációja [g/100 ml]

V_0 – a vakpróba elemzése során elhasznált $Na_2S_2O_3$ térfogata [ml]

V_1 – a minta analízise során elhasznált $Na_2S_2O_3$ térfogata [ml]

– 0,95 (korrekciós faktor, ami az oldatban található szacharóz koncentrációjától függ)

4.2.3. A nedvességtartalom meghatározása

A nedvességtartalom meghatározását a Hivatalos Analitikai Kémikusok Szövetségének eljárása szerint végeztük el: A szárításra használt tégelyt először megszárítottuk, majd megmértük a saját tömegét (m_0). Egy analitikai mérleg segítségével kimértünk 5g cukorrépalevél-mintát (0,0001g pontossággal) (m_{uz}), amelyet a tégellyel együtt a szárítóba helyeztük, ahol 130°C szárítottuk, míg a tömege állandóvá nem vált. Miután kivettük a szárítóból, hagytuk, hogy 30 percen át hűljön, és miután hőmérséklete a szobahőmérsékletre csökkent lemértük a tégely és a száraz levélminta együttes tömegét (m_1). Az előbb említett műveleteket 3 alkalommal végeztük el, a további számoláshoz a 3 mérés átlagértékét használtunk. A páratartalmat százalékokban fejeztük ki, és az alábbi egyenlet segítségével határoztuk meg (AOAC, 1990.):

$$V(\%) = \frac{m_{uz} - (m_1 - m_0)}{m_{uz}} \cdot 100$$

2. egyenlet: A nedvességtartalom meghatározása (AOAC, 1990.)

4.2.4. A zsírtartalom meghatározása

A zsírtartalom meghatározására a Soxhlet-módszer lépéseit követve került sor. Első lépésként megszárítottuk az extrakciós ballont, amelynek ezután megmértük önsúlyát (m_0). Kimértünk 5g levélmintát (m_{uz}), amit egy papírperselyre helyeztünk. A perselyt beleraktuk az extraktorba, rárögzítettük az extrakciós ballont és feléig töltöttük petróleum-éterrel. Az extraktorra egy hűtőkészüléket szereltünk, így az elpárolgott étert visszajuttattuk csapadék formájába, amit egy főzőpohárba gyűjtöttük össze. A zsír kivonása 4 órán keresztül tartott. Az idő lejárta után eltávolítottuk a petrol-éter réteget, és a ballont még egyszer megszárítottuk 105°C-on. Legvégül megmértük a ballon és az extrahát anyag közös tömegét (m_2), és kiszámoltuk a zsír tömegtörtjét (Aramrueang et al, 2017.).

$$M(\%) = \frac{m_2 - m_0}{m_{uz}} \cdot 100$$

3. egyenlet: A zsírtartalom meghatározása (Aramrueang et al, 2017.)

4.2.5. A fehérjetartalom meghatározása

Kjedahl-módszer: Egy küvettába kimértünk 1 g mintát, majd hozzáadtunk 5g katalizátort és 25 ml tömény kénsavat. A küvetta tartalmát ezután lehűtöttük, majd 40 ml desztillált vízzel hígítottuk. A keveréket egy desztillációs ballonba helyeztük és hozzáöntöttünk 80 ml 33%-os nátrium-hidroxidot. Evvel párhuzamosam egy Erlenmeyer-lombikba 50 ml bórsavat öntöttünk és hozzáadtunk néhány csepp indikátort, amely segítségével tudtuk követni a desztilláció folyamatát. A desztilláció során felszabaduló ammóniát belevezettük egy laboratóriumi edénybe, és amikor összegyűlt 150 ml párlat, megszakítottuk a folyamatot. A kapott ammóniás oldatot ezután 0,1 mol/l koncentrációjú sósavval titráltuk. A fehérjetartalmat a kapott nitrogéntartalom alapján számoltuk vissza (Ayça et al, 2021.):

Nitrogéntartalom:

$$N(\%) = \frac{(a - b) \cdot 0.1 \cdot 1.4008}{m}$$

4. egyenlet: A nitrogéntartalom meghatározása (Ayça et al, 2021.)

a - a minta analízise során elhasznált sósav térfogata [ml]

b - a vakpróba elemzése során elhasznált sósav térfogata [ml]

m – a minta tömege [g]

Fehérjetartalom:

$$P(\%) = N \cdot F$$

5. egyenlet: A fehérjetartalom meghatározása (Ayça et al, 2021.)

– 6,25 (korrekciós faktor, ami függ a fehérje eredetétől: a malomtermékek esetében 5,7; minden más esetben 6,25)

4.2.6. A rosttartalom (cellulóztartalom) meghatározása

A levélmintában sikeresen kimutattuk a cellulóz mennyiségét is: Először lúg hozzáadásával bázikus közeget biztosítottuk (pH 9,0), amibe belehelyeztük a feldarabolt leveleket, és néhány csepp alfa- amiláz enzim oldatot. Evvel az volt a célunk, hogy eltávolítsuk azokat a vegyi anyagokat, amelyek módosítanák a mérés eredményeit (elsősorban proteinek) és kiszűrjük a poliszacharid vegyületek javát. A kapott cellulóz-szerű anyagokat ezután megszárítottuk és porrá őröltük. A mintát ezután homogenizátor hozzáadásával egyneműsítettük, majd 95℃-os vízfürdőbe helyeztük. Amint az elegy látszólag homogénné vált, hagytuk a keveréket szobahőmérsékletűre hűlni majd desztillált vízzel átmostuk. Hozzáöntöttünk 5 ml sósavoldatot, így az pH értéket 4,0-ra csökkentettük. A keverékbe belecsepegtettünk egy kevés amiloglükazidáz enzimet és ezúttal 60℃-os vízfürdő alá helyeztük. A vízben nem oldódó rosttartalom meghatározása érdekében az oldatot celit segítségével leszűrtük egy főzőpohárba, majd etanollal és acetonnal átmostuk. Ez után hagytuk, hogy álljon egy éjszakát, és eredményként az lerakódott a vízben oldatlan rost.

A vízben oldódó rostmennyiség kivizsgálásához az oldatlan rostot 95%-os etanollal és desztillált vízzel hígítottuk, így a rákövetkező napra a cellulóz egy része feloldódott (A. Tamayo Tenori, 2017.).

5. Eredmények és azok kiértékelései

A kapott eredmények alapján kiszámoltuk a levél szárazanyag tartalmát százalékokban kifejezve (15,16%), és meghatároztuk, hogy a száraz cukorrépa-levélben milyen arányban fordulnak elő a fent említett alkotó elemek. Ezeket az értékeket táblázatba foglaltuk, melynek első sora a nyers levelekre vonatkozó értékeket, míg második sora a szárazanyaghoz tartozó értékeket tartalmazta.

	Rost		Zsír	Fehérje	Cukor			Egyéb	Nedvesség
	Teljes	Vízben oldódó			Teljes	Redukált	Szacharóz		
Nyers levél	4,79%	1,51%	0,22%	4,75%	4,38%	1,67%	2,39%	1,02%	84,84%
Száraz anyag	31,58%	9,96%	1,45%	31,33%	28,89%	11,01%	15,76%	6,75%	-

1. táblázat: A nyers- és a szárított levél vegyi összetétele

6. Záradék

A növényi eredetű tápanyagforrások rendkívül fontosak a változatos étrend fenntartásában. A cukorrépalevelek nagy mennyiségű az emberi szervezet számára hasznos anyagot tartalmaznak, úgy, mint cukrokat, zsiradékokat, rostokat és proteineket, emiatt tökéletes energia- és fehérjeforrás lehetne, ám evvel szemben gyakran ipari hulladékként tekintenek rá.

Kutatásom során sikeresen kivontam ezeket az alkotó elemeket és mennyiségileg meg is határoztam őket, evvel is bebizonyítva, hogy a cukorrépa levelek sokoldalú összetétele több iparágban is hasznos szolgálatot tenne. Jövőbeli kutatásom során megpróbálok nagyobb hangsúlyt fektetni a fehérjetartalmára. Elsősorban áttanulmányoznám izolálási módszereit (izoelektromos-, ammónium-szulfátos- és izoelektromos-ammónium-szulfátos kicsapási módszer) és meghatároznám közülük a legnagyobb hozammal járó eljárást. Ezen kívül kutatásokat lehetne folytatni a funkcionális tulajdonságainak meghatározása érdekében, úgy, mint a diszpergálhatósága, vízaktivitása, textúrája, habzási képessége, viszkozitása, gélesedése. Ezeknek a jellemzőknek feltárásával megbizonyosodhatunk az élelmiszeripari felhasználási lehetőségeiről, és ez által az ételeknek egy teljesen új nemzedékét nyújtanánk a jövő számára.

7. Irodalomjegyzék

1. A. Tamayo Tenorio: *Sugar Beet Leaves For Functional Ingredients*, Wageningeni Egyetem, 2017., 1-177.oldal
2. Aramrueang, N., Zicari, S.M., Zhang, R.: *Response Surface Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Sugar Beet Leaves into Fermentable Sugars for Bioethanol Production. Advances in Bioscience and Biotechnology*, Kaliforniai Egyetem, 2017., 51-67. oldal
3. Ayça Akyüz, Seda Ersus: *Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (Beta vulgaris L.) leaves for alternative plant protein concentrate production*, Ege Egyetem, 2021, 1-8. oldal
4. Dr. Annus Sándor: *A papíripar nyersanyagai, cellulózrost, rostanyaggyártás*, Papír-Press Egyesülés, 2003, 68. oldal
5. Official Journal of the European Communities, *Laying down Community methods of analysis for testing certain sugars intended for human consumption*, 1979., 1-29. oldal
6. Updegraff DM: *Semimicro determination of cellulose in biological materials*, Analytical Biochemistry,1969., 420 – 424. oldal.
7. Eufic: *What is The Role of Sugar in the Food Industry?*, https://www.eufic.org/en/
8. FOOD-INFO: *E-numbers: E460 Cellulose*, http://www.food-info.net/
9. Haenselblatt: *What are sugar beets: Sugar beet uses and cultivation*, https://hu.haenselblatt.com/