



Németh Liza Szófia a TETT-mesepályázaton is díjat nyert

A DR. KÓNYA JÓZSEFNÉ EMLÉKPÁLYÁZAT 2022. ÉVI FŐDÍJASA

Németh Liza Szófia

■ Debrecen, Tóth Árpád Gimnázium

Laboráns néni, nyerít a kémcső!

Amiért érdekel a kémia, amiért szeretem a kémiát,
ami számomra értékes, vonzó és érdekes a kémiában (részletek)

A pályamunka megírásában Hotziné Pócsi Anikó tanárnő nyújtott mérhetetlen mennyiségű segítséget. Akkor is a rendelkezésemre állt, ha nagyon későn értünk haza a különböző iskolai konzultációkról és alapítványos találkozókról, ha millió meg egy dolga volt az érettségivel, vagy ha egyszerűen csak összedőlt a világ... Az, hogy ez a pályamunka elkészült, legalább annyira az ő érdeme, mint az enyém. Segített az ötletelésben, véleményezte az írást, és a kísérleteket is együtt végeztük, én pedig nagyon hálás vagyok neki azért, hogy a szárnyai alá vett.

Külön köszönet jár Fülöpné Szegedi Erikának, mindannyiunk kedvenc „Laboránsnéni”-jének, aki összekészítette a tálcámat a kísérletekhez, illetve a szüleimnek, akik ezúttal sem voltak restek felhívni a figyelmemet a szövegben fellelhető elütésekre. Továbbá hálával tartozom a Patás Pajtás Lovasudvar összes kétlábú és négylábú tagjának, akiknek nem tudom elégszer megköszönni, hogy náluk sajátíthattam el a lovaglás alapjait, és akiknek be kell ismernem, hogy bár a rendszeres találkozások óta már nagyon sok lovardában megfordultam, de még mindig ugyanaz a különös lovas vagyok, aki fejből tudja a csikósműsort és amikor csak teheti, szórén üli a lovat. Ezenkívül köszönetet kell mondanom nővéremnek és edzőmnek, Lilinek, akinek a kezei alatt a lovardai lovaglást is elsajátíthattam, és aki olyan nagyvonalú, hogy megengedi, hogy lovagoljam a lovát.

És természetesen Szepinek, Lepkének, Antaresnek, Yakimnak és Mágusnak is jár egy kiadós simogatás és egy nagy adag sárgarépa, amiért engedték, hogy a lovak kémiáját tanulmányozzam rajtuk, vagy amiért elősegítették, hogy működjön a kémia köztem és a lovas életforma között.

Előszó

Aki ismer, az pontosan tudja, hogy mindig a saját fejem után megyek. Ha valamit kigondolok, hirtelen olyan leszek, mint egy szagot fogott vadászkutya: senki és semmi nem tántoríthat el a céloom megvalósításától, addig megyek, amíg véghez nem viszem. Ezúttal sem volt ez másképp: még be sem adtam a pályamunkámat a tavalyi dr. Kónya Józsefné Emlékpályázatra, de már akkor tudtam, hogy a következő tanévben is meg fogom mérettetni szellemi termékemet, amely nem lehet mással kapcsolatos, csak is a lovak kémiájával.

A témaválasztásnak több oka is volt. A legfőbb természetesen az, hogy ezek a négylábú, szőrös teremtmények kicsi korom óta fogva tartják a szívemet. Ugyanez igaz a kémiára, azon belül pedig a szerves kémiára is, annyi különbséggel, hogy az egy pár évvel később ejtett rabul. És őszintén szólva, hol lehet több és szaftosabb szerveskémia-morzsat találni, mint egy lóban? Na hol? Igen?

Hát persze hogy a lovakon és a lovak körül!

Lóápolás

A lovaslét nemcsak annyiból áll, hogy felülünk a lóra, lovagolunk rajta, ameddig tetszik, majd leszállunk és hazamegyünk. Először például lovaglásképes állapotba kell hoznunk szőrös sporttársunkat, azzal, hogy eltávolítjuk róla az istálló vagy a legelő összes piszkát, amit magára pakolt, azaz lovasnyelven szólva lecsutakoljuk. Ez egyébként nemcsak arra szolgál, hogy tisztább legyen a ló, hanem a ló-lovas kapcsolatot is erősíti. Ami miatt azonban számunkra izgalmas ez a folyamat, az az, hogy rengeteg kémia lelhető fel benne.

Lószőr

Ha szerencsések vagyunk, és a lovunk csak mérsékeltlen koszos, akkor elegendő egy- vagy kétfajta kefével elvégezni a csutakolást. Ez különösen nagy élmény tavasszal, ugyanis a lovak ruhatárában ilyenkor nagyarányú csere zajlik, azaz ilyenkor váltják le a téli szőrzetet a nyárira. Ezt a szakkönyvek szerint vedlésnek hívják, a gyakorlatban a következőképp nyilvánul meg: a lovas egyetlenegyszer végighúzza a ló nyakán a keféjét, aminek következtében a levegőben brutális méretű szőrfelhő keletkezik, ami végül a lovason landol. Ez megismétlődik úgy harmincszor vagy negyvenszer a ló különböző testrészein, a folyamat vége pedig az, hogy a lovason több szőr lesz, mint a lovon. Komolyan mondom, egy ilyen eset után mindig attól szoktam félni, hogy végül én leszek felnyergelve és nem a ló, mert kívülről körülbelül ugyanúgy nézünk ki... Ha azonban már ennyire bővelkedünk lószőrben, vizsgáljuk meg a kémikus szemével is!

Nemcsak a lószőrt, hanem bármely más emlős szőrért, de még az emberi haját is egy keratin nevű fehérje építi fel. A fehérjék aminosavakból álló szerves molekulák, amelyekben az alegység-



gek peptidkötéssel kapcsolódnak egymáshoz. Elsődleges szerkezetükön az aminosavak szekvenciáját, azaz kapcsolódási sorrendjét értjük. Ez határozza meg a fehérje biológiai funkcióját és a többi szerkezetet is.

A másodlagos szerkezet azt takarja, hogy a polipeptidlánc milyen térszerkezetet vesz fel. Itt két választási lehetősége van a fehérjemolekulának, amely nagyon komoly dilemma. Az egyik vonzó opció az α -hélix, ahol a lánc spirális alakban tekeredik fel, a másik pedig a β -redő, amelyben az egymást követő csoportok nem azonos síkban vannak és ellentétesen váltakoznak, létrehozva ezzel egy jellegzetes elrendeződést. Ezt leginkább úgy tudnám körülírni, mintha a klímaváltozás miatt a lovardára lecsapott volna a tájfun, és az összes épület háromszög alakú tetejét felújta és egymás mellé állította volna a legelőn.

Hogy tovább nehezítsük szegény fehérje dolgát, újabb választási lehetőség elé állítjuk, azaz rátérünk a harmadlagos szerkezetre, amely szintén komoly dilemma, ugyanis ez is kétféle lehet. Ha az α -hélixek és a β -redők hajlandók megbarátkozni egymással, akkor globuláris fehérjéről beszélünk. Ez olyan elrendeződés, amelyben α -hélix és β -redő szerkezetű alegységek is megtalálhatóak. Ha azonban a két struktúra ki nem állhatja egymást, akkor fibrilláris fehérjéről beszélünk, amelyben vagy csak az egyik, vagy csak a másik változat található meg.

A legtöbb fehérjének negyedleges szerkezete is van, amelyen a molekula más fehérjékhez vagy egyéb részecskékhez való térbeli viszonyát értjük.

A keratin egy rostfehérje, amely borzasztóan magának való, senkivel nem reagál szívesen. Az élő szervezetben speciális sejtek, a keratinociták termelik, amelyek hosszú távon annyira kikészülnek a molekula jellemétől, hogy mély letargiába esnek, és bele is pusztulnak a termelésébe. A keratinnak kétféle típusa van, α és β , csak hogy minél kreatívabbak legyünk a jelöléseknél. Előbbi a szőr, a bőr, a haj és a pata anyaga emlősökben, míg utóbbi a szarupajzsokat, pikkelyeket és páncélokat alkotja a hüllők kültakarójában.

Az α -keratin (tehát a lószőr építőköve) elsődleges szerkezetét mintegy 310 aminosav alkotja, melyek közül a leggyakoribb a glicin és az alanin. Ezek viszonylag kisméretű molekulák, melyek azért jók, mert könnyen ki tudják alakítani a fehérje másodlagos szerkezetét, amely az α -keratin esetében – kapaszkodjunk meg – nem más, mint α -hélix. A harmadlagos szerkezet fibrilláris, amelynek óriási jelentősége van, ugyanis amíg a globuláris fehérjék kolloidálisan oldódnak vízben, addig a fibrillárisok nem. Gondoljunk csak bele, ha a szőrben lévő fehérjék globuláris szerkezetűek lennének, akkor egy egyszerű lómosás során nemcsak a lóvon felgyülemlert koszt tudnánk hatékonyan eltávolítani, hanem a szőrért is mind egy szálig, hiszen az feloldódna a vízben. Tény, hogy így már nem kellene megszabadítanunk a ruházatunkat a rákerült lószőrtől, mert nem lenne objektum, amiről rákerülne, de én azon az állásponton vagyok, hogy az epilálás emberi hőbort, a lóhölgyek meg igenis szőrösen szebbek, a lóurakról nem is beszélve, meg aztán a szőrnek nemcsak esztétikai, hanem biológiai funkciói is vannak, amiket nem lehet lótakaróval pótolni.

A nagy lósampon-teszt

Ha nem vagyunk olyan szerencsések, hogy a lovunkra tapadt koszt kefe segítségével távolítsuk el, mert szőrös barátunk egy három centi vastag trágyaréteggel ékesítve fogad bennünket, akkor nincs más hátra, mint előre: nem ússzuk meg a lómosást.

Ilyenkor azt kívánom, hogy bárcsak olyan egyszerű lenne a dolog, hogy beállítom a lemosandó drága lényt a patamosóba és

nemes egyszerűséggel leslagozom, de sajnos a kémia ebben az esetben nem az én oldalamon harcol. Az alábbi kísérletben éppen ezt a problémát vizsgáltuk.

Be mutatom Mágust, aki gyönyörűszip szürke ló (tudom, tudom, hogy fehér, de mi lovasok szeretjük azzal bonyolítani az életünket, hogy nem úgy nevezzük el a ló színét, mint amilyen színű valójában). Mágus kedvenc hobbija az, hogy rendszeresen belehempereg a saját trágyájába, amivel határtalan örömet tud okozni a gazdájának és nekem. A szürke lovaknál ez egyébként gyakori viselkedésforma, feltehetően arra tett sikertelen próbálkozás, hogy beleolvadjanak a környezetükbe.



Mágus (alsó élőlény) és Liza (felső élőlény)

Mágust azonban ilyen állapotban nem túl szerencsés lovagolni, úgyhogy egy kísérlet keretében nekiálltunk megszabadítani azoktól a trágyafoltoktól, amiket fáradtságos munkával magára pakolt. Bocsánat, Mágus, megígérem, hogy edzés után a karámban majd újra hódolhatsz kedvenc hobbidnak!



KÍSÉRLET

A kísérletben alanyként egy koszos Mágust használtunk. Kerestünk rajta három közel azonos sajátágú, hívogató trágyafoltot, majd munkához láttunk: az elsőt vízzel itattuk át, a másodikat vízzel és folyékony szappannal, a harmadikat pedig vízzel és lósamponnal. Mindegyik anyagunk körülbelül egy perc kontaktidőt hagyunk a tisztítandó felülettel, majd lemostuk őket, ezután pedig megfigyeltük és összegeztük az eredményeket.

Azt tapasztaltuk, hogy a víz csak halványított a foltot, míg a lósampon és a szappan gyakorlatilag teljesen eltávolította. Utóbbi két anyag hatásfokában nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget.

A jelenség magyarázata részben a hasonló a hasonlóban elv, azaz az apoláris sajátágú anyagok jellemzően apoláris oldószerekben oldódnak jobban, míg a polárisak polárisban. A víz poláris oldószer, a lótrágyában viszont hemzsegnek az apoláris molekulák, a két tábor pedig legalább annyira nem állhatja ki egymást, mint Shakespeare művében a Capuletek és a Montague-k.

Amikor vízzel próbáljuk meg eltávolítani a foltot, akkor az történik, hogy a víz megnedvesíti, fellazítja a trágyát, ami így már nem fog olyan szorosan kötődni a lószőrhöz, és ezért egy bizonyos mennyiség leválik. Ebben az esetben azonban nem történik oldódás, vagy ha igen, csak minimális mértékű, ezért nem is olyan hatékony a tisztítás.

Ha azonban lósampon vagy szappant is keverünk a vízhez, akkor más a helyzet. Itt már nem egészen a hasonló a hasonlóban elv a magyarázat, hanem az, hogy mind a szappan, mind a lósampon tartalmaz



ún. amfipatikus molekulákat. Ezek a részecskék rendelkeznek poláris és apoláris résszel is, amelyek közel azonosak, éppen ezért képesek kapcsolatot teremteni az apoláris lótrágya és a poláris víz között. Azonban tudatosan nem árulok el mindent az amfipatikus részecskékről, ugyanis még rengetegszer fogunk találkozni velük...

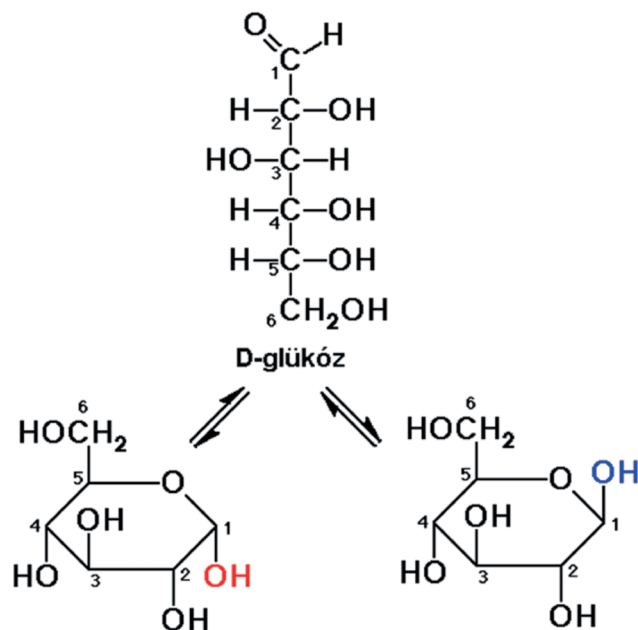
Azt azonban még le kell írnom ennek a kísérletnek a kapcsán, hogy mivel a közönséges szappan és a lósampon hatásfoka között nem találtunk szignifikáns különbséget, ezért nagyon valószínű, hogy a címkén lévő LÓSAMPON felirat csupán marketingfogás.

Jó étvágyat!

Fű és széna

A ló természetes táplálékai a különböző fűfélék. Ezek legjobb alternatívája a fűszéna, amely a legelőn kaszált mindenféle földi jó megszártásával keletkezik. Legelőnyösebb tulajdonsága, hogy rengeteg cellulózt tartalmaz, amely a lovak elsődleges energiaforrása.

A cellulóz a növényekben a sejtfal anyaga. Alapegysége a β -D-glükóz, amely a glükózok népes családjának büszke tagja.



Felül: nyílt láncú glükóz

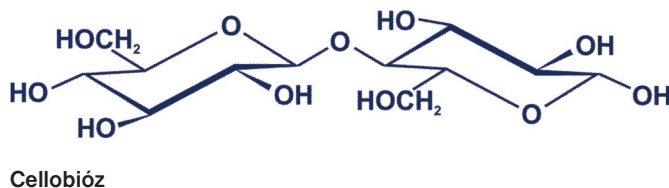
Alul: α -D-glükóz (balra) és β -D-glükóz (jobbra)

A glükóz ($C_6H_{12}O_6$) egyszerű szénhidrát, azaz monoszacharid. Amint a képletéből is látszik, a hexózok közé tartozik, hiszen a szénláncba hat szénatomból áll. Ráadásul nem is akármilyen hexóz, hanem aldohexóz, ugyanis egyetlen és féltve őrzött oxocsoportja láncvégi szénatomhoz kapcsolódik, feltéve, ha nyílt láncú formában van. Ez a forma azonban kevésbé stabil, ezért nyílt láncú barátunk gondolt egyet, és gyűrűvé záródik, amit kétféleképpen tehet meg. A dolog attól függ, hogy Szénhidrátföldön éppen mi a divat: az, hogy a hatodik szénatom és a glikozidos hidroxilcsoport azonos, vagy eltérő téréfelen van-e? A rettenetesen ronda nevű glikozidos hidroxilcsoport az az OH-csoport, amely a gyűrűben az első számú szénatomhoz kapcsolódik. A láncban a hatodik helyen lévő szegény kicsi szénatomot pedig kiközösítette a többi öt, hiszen ő volt a legutolsó a nyílt láncú formában. Éppen ezért a gyűrűvé záródáskor nem kapcsolódhat be a tényleges gyűrűbe. A helyét az étercsoport veszi át, ő maga pedig a hozzá kapcsolódó csoportokkal együtt csak az ötös számú szén-

atom tartozéka lehet. Ám mielőtt a hozzám hasonló hiperszenzitív olvasók mély letargiába esnének a szomorú szénatom-szappanopera miatt, elárulom, hogy a gyűrűs glükózokról szóló ábrákon mindig a gyűrű fölé van rajzolva a hatodik szénatom, szóval az egész világot a VIP-szektorból szemlélheti, onnan fölülről, tehát mégiscsak boldog véget ér számára a történet.

Ha a hatodik szénatom és a glikozidos hidroxilcsoport a gyűrű két ellentétes oldalán van (tehát a hatos szénatom a gyűrűhöz képest „felfelé”, míg a glikozidos hidroxilcsoport „lefelé” áll), akkor α -D-glükózzal beszélünk, ha pedig azonos oldalon vannak, azaz mindkettő a gyűrűhöz képest „felfelé” helyezkedik el, akkor β -D-glükózzal. A valóságban persze semmi nem ilyen idilli, hiszen a gyűrűvé záródáskor jellemzően nem egy kör alakú molekula jön létre, hanem – kapaszkodjunk meg – szék alakú. Nem viccelek, ez a felettebb különös hangzású székkonformáció, bár őszintén szólva én csak a fantáziám maximális mértékű megérettetését követően látom bele a széket. Ráadásul még a gyűrűről leelőg glikozidos hidroxilcsoportok sem felfelé és lefelé állnak, hanem sokkal csúnyábban. Az α módosulatban a „szék” tengelyével párhuzamosan, azaz axiális helyzetben, a β módosulatban pedig a tengelyre merőlegesen, ekvatoriálisan.

A kétféle gyűrűs glükóz közül a β stabilabb, ami felettebb kapóra jön számomra, hiszen ahhoz, hogy eljussunk végre a cellulózig, mesélnem kell egy kicsit a módosulatok társasági életéről. A β -D-glükózok igazán extrovertált molekulák, nagyon könnyen kötnek barátságot. Ha két β -D-glükóz találkozik, és szimpatikusnak találják egymást, ami nagy eséllyel megtörténik, akkor összekapcsolódnak, és cellobióz lesz belőlük, amely „egyenes” szerkezetű, közel síkalkatú molekula.



Így aztán ha több cellobióz összebarátkozik és összekapcsolódik, akkor szál alakú molekula alakul ki, ez a cellulóz. A szálak kötegekké, a kötegek pedig rostokká rendeződnek, amelyek vígan élnek az életüket a fűszálban, amíg a lovunk a legelőn le nem legeli őket. A cellulóz nagyon sokáig sértetlenül elúszkál a ló emésztőtraktusában, ugyanis nagy molekulamérete miatt nem oldódik semmilyen vizes közegben, és a molekulájában fellelhető mérhetetlen mennyiségű 1-4-glikozidkötések bontása sem olyan egyszerű. A cellulóz gyakorlatilag sértetlenül kerül a lovak jól fejlett vakbelébe, ahol azonban már tükön ülve várják a cellulózbontó baktériumok, amelyek celluláz enzimet termelnek, és a cellulózt kis szénatomszámú karbonsavakká, jellemzően ecetsavvá alakítják, a ló szervezete pedig ebből nyer energiát.

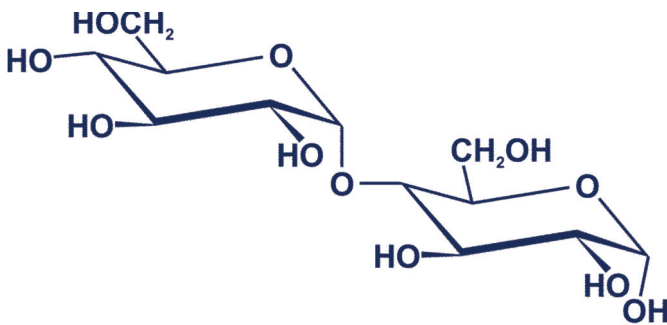
Szemestakarmány

A lótulajdonosok szeretik kiegészíteni a lovak étrendjét olyan takarmányokkal, amelyekből több energiát tud nyerni, mint fűből vagy szénából. Erre kiválóak a szemestakarmányok, amelyek közül a legelőnyösebb a lovak számára a zab. Ezt követi a kukorica, de az árpa és a búza is felkerül esetenként az étlapra.

A szemestakarmányoknak elég magas a szénhidráttartalma, ám a fűfélékkel ellentétben bennük nem cellulóz, hanem keményítő található meg a legnagyobb mennyiségben.



A keményítő növényi tartaléktápanyag. Ugyanúgy poliszacharid, mint a cellulóz, csak kisebb és más alegységek alkotják. Ha két α -D-glükóz összekapcsolódik, akkor egy maltóz nevű diszacharid keletkezik, amely tört alakú.



Maltóz

Ha a több száz maltózmolekula összekapcsolódik, akkor spirális szerkezet alakul ki, melyet 1-4-glikozidkötések stabilizálnak, ez lesz az amilóz. Az amilózt pedig egy szintén maltózokból álló, elágazó szerkezetű amilopektin-hártya borítja, melyeket 1-4- és 1-6-glikozidkötések tartanak össze. A két anyag együttesen szemcsés szerkezetet hoz létre, ez pedig nem más, mint a keményítő szerkezete.



KÍSÉRLET

Az alábbi kísérletben kémiailag is igazoltuk, hogy a zabban valóban megtalálható a keményítő. Egy Petri-csészébe olyan zabszemeket helyeztünk, amelyekről eltávolítottuk a pelyvét. Ezután vörösbarna színű Betadine-t csepegtettünk a magokra, és semmilyen változást nem tapasztaltunk. Ezen a ponton szívinfarktust kaptunk, és arra a következtetésre jutottunk, hogy nagy baj van, mert a zabban lévő keményítőnek lövése sincs a kémiairól. Aztán elkezdtünk gondolkodni, és hoztunk a spájzból zabpelyhet. Amikor ezzel is elvégeztük a kísérletet, sötétkék, már-már feketébe hajló színváltozást tapasztaltunk.



A jelenség magyarázata nem az, hogy a zabban természetes körülmények között nincs keményítő, hanem azt csak a gyárban adják hozzá adalékként a zabpelyhelyhez. Valójában az első esetben az történt, hogy a zabszemekeken a pelyva eltávolítása után is maradt egy átlátszó maghártya, amely nem tartalmaz keményítőt, és nem is engedi át a Betadine-t. Nem csoda hát, hogy negatív próbát kaptunk, de

hibás következtetés lenne, hogy a zabszemekben nincs keményítő, hiszen szegény Betadine-nak esélye sem volt találkozni a magok keményítőtartalmú állományával, tehát nem is tudott pozitív próbát adni.

A zabpelyheken azonban a préselés során vagy megsérült ez a maghártya, vagy eltávolították a feldolgozás előtt, így a Betadine olyan résszel is tudott érintkezni, amelyekkel az ép szemek esetén nem.

A Betadine jódtartalmú vizes oldat. Azért vörösbarna, mert az egyébként szürke színű jódelektronfelhője torzul, ha oxigéntartalmú folyadékban oldódik, és ez a megfigyelt vöröses színben nyilvánul meg. Ha azonban az oldatban lötyögő jódmolekula meglátja a keményítő amilózhélixét, akkor felcsillan a szeme, hogy milyen ízlésesen berendezett, tökéletes méretű lakást talált, és azonnal be is költözik. A jódmolekula ugyanis pontosan akkora, hogy beleférjen a hélixbe, ám az amilózbba kerülve megváltozik a gerjeszthetősége, ami sötétkék színváltozást okoz.

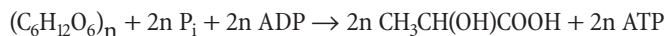
A lovak szervezetében a keményítóból egyes esetekben propionát képződik, de inkább maltóz, majd nyílt láncú vagy valamely gyűrűs glükóz képződése a meghatározóbb. A ló mindegyik végeredményből képes energiát szintetizálni, de amíg a propionátból lassabban, többlépcsős folyamatban, addig a glükózból szinte azonnal.

A keményítő bontását az amiláz enzim végzi, amely két helyen termelődik: a nyálmirigyekben és a hasnyáiban. A nyálmirigyek a váladékukat a szájüregbe ürítik, így itt már megkezdődik a keményítő emésztése, de a rövid kontaktidő miatt ez kevésbé hatékony. A középbélben a hasnyál-amiláz hatására már nagyobb hatásokkal bomlik a keményítő, de még mindig nem az igazi a helyzet, ugyanis a lovak hasnyálmirigyének amiláztermelése katasztrofális, csak minimális mennyiségű enzimet termel.

Éppen ezért kell nagyon vigyázni a magas keményítőtartalmú szemestakarmányok etetésével, mert bár könnyű kis adagjuktól is energiát szintetizálni, ha sokat kap belőle a ló, akkor nagyon valószínű, hogy nem tudja a teljes keményítőtartalmat megemésztetni. Ha pedig a keményítőtartalom emésztetlenül kerül a vastagbélbe, ott a ló egészségére nézve nagyon káros folyamatok zajlanak le.

A vastagbél gyakorlatilag olyan, mint egy metropolisz, amelyet nem emberek, hanem mikroorganizmusok laknak. A metropolisz egyik meghatározó társadalmi csoportját a tejsavtermelő baktériumok alkotják, akik élnek-halnak egy kis emésztetlen keményítőért, amelyet hamarosan meg is kapnak.

Tegyük fel, hogy a pályázatban már emlegetett fiktív Pista bácsi a távollétében Aranka néni bízta Parázst. Aranka néni pedig legalább annyira bolondul a lovakért, mint a tejsavtermelő baktériumok az emésztetlen keményítőért, ezért megkínálja Parázst egy hatalmas vödör kukoricával. Parázs úgy gondolja, hogy megérdemli, hiszen már tizenöt éve húzza Pista bácsi szekerét, de ő mégsem adott neki soha egy fándlinál több kukoricát, pedig szegény Parázs is legalább annyira bolondul a kukoricáért, mint azok a bizonyos tejsavtermelő baktériumok az emésztetlen keményítőért. Szóval Parázs boldogan felhabzsolja azt az egy vödör kukoricát, vele együtt pedig sok-sok keményítőt is. A szájüregbe ürülő amiláz enzimeknek esélyük sincs ezzel a mennyiséggel szemben, a hasnyálmirigy pedig olyanokat gondol, amelyeket inkább nem írnék ide, de ha valaki mégis kíváncsi lenne rá, szeretettel ajánlom figyelmébe a Facebook kommentszekcióját. A lényeg, hogy a hasnyálmirigy emésztőnedve is alulmarad a bevitt keményítőmennyiséggel szemben, aminek a nagy része így emésztetlenül kerül a vastagbélbe, a tejsavtermelő baktériumok legnagyobb öröme. Ezek a mikroorganizmusok pedig a keményítóból szervesen foszfát és ADP jelenlétében a vastagbél oxigénmentes környezetében nekiállnak energiát (ATP) szintetizálni az alábbi egyenlet szerint:



Az ATP-képződés anaerob körülmények között nem túl hatékony, ráadásul melléktermékként tejsav keletkezik, amely lecsökkenti a vastagbél pH-ját. Ezt a tejsavtermelő baktériumok egészen jól tolerálják, a bélmetropolisz többi lakója azonban nem igazán, és fel is mondják a szolgálatot, amely Aranka néni számára csak akkor lesz világos, mikor Parázs másnap reggel... fogalmazzunk úgy, hogy rendbe rakja az istállót néhány liter víz-szerű lótrágyával. Ezenfelül a vastagbélben felhalmozódó tejsavtól még patairhagyulladást is kap, ugyanis bármily hihetetlen, de az utóból pH-ja sajnos nagymértékben képes befolyásolni a paták állapotát, úgyhogy csak óvatosan azzal a kukoricával!