

ENERGIAITALOK KOFFEINTARTALMÁNAK MINŐSÉGI VIZSGÁLATA

VIGH Szabolcs – MÁRTON Nóra

Nyíregyházi Egyetem, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/B. vigh.szabolcs@nye.hu
<https://doi.org/10.71066/FTTMK.1.34>

Bevezetés

A koffein egy széles körben fogyasztott pszichoaktív hatóanyag, amely jelentős szerepet tölt be sok ember mindennapjaiban szerte a világon. A frissen főzött kávé gazdag aromájától a szénsavas italok pezsgéséig és a tea finomságáig a koffein jelenléte vitathatatlan életünkben. Mégis, vonzereje mellett rejlik az egészségre gyakorolt következményeinek sokrétű kölcsönhatása és mérésének lenyűgöző tudománya. A koffein teljes körű megértéséhez elengedhetetlen, hogy elmélyedjünk a történelmi kontextusban, amely alapot jelent a jelenkori jelentőségének megértéséhez. Már számos kiterjedt tudományos kutatás vizsgálta a koffein emberi szervezetre gyakorolt hatását, lehetséges előnyeit és káros hatásait, kiváltva ezzel kíváncsiságot és aggodalmat egyaránt. Az analitikai kémiai tudomány olyan fejlett módszereket ölel fel, mint a nagy teljesítményű folyadékkromatográfia (HPLC), a gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS), az enzimhez kötött immunszorbens (ELISA) vagy akár a spektrofotometriás vizsgálatok.

Irodalmi áttekintés

A koffein molekulaképlete $C_8H_{10}N_4O_2$ (molekulatömege 194,19 g/mol.), amely pontos képet ad a molekula kémiai felépítéséről: nyolc szén-, tíz hidrogén-, négy nitrogén- és két oxigénatomból áll. Ez lehetővé teszi, hogy olyan tulajdonságokkal rendelkezzen, amelyek révén többféle biológiai hatást gyakorolhat a szervezetre. Purinvázis vegyület, mely azt takarja, hogy két gyűrűből épül fel: egy pirimidin- és egy imidazolgyűrűből, amelyek összekapcsolódva alkotják az alkaloid szerkezetet, amely hasonló az adenzin molekulájához. Ennek eredményeképpen a koffein képes blokkolni az adenzin hatását az agy receptorain. A koffein szerkezetének és működésének részletezése segít megérteni, hogy miként fejti ki stimuláló hatását. Az adenzinhez hasonló kémiai szerkezetének köszönhetően a koffein kompetitív módon kötődik az adenzin-receptorokhoz, és így blokkolja azok működését. A koffein ezen receptorok blokkolása révén stimulálja az agyat, ami fokozott figyelmet és csökkent fáradtságérzetet eredményez. A koffein kinyerése főként növényi forrásokból, mint a kávé- és tealevelek, illetve a guarana magjai történik. Az ipari extrakció során oldószeres eljárásokkal, illetve nagy nyomású kivonással izolálható a koffein. További érdekesség, hogy laboratóriumban is előállítható: például dimetilkarbamid és malonsav reakciójával, amely vegyületek megfelelő körülmények között képesek létrehozni a koffein alapstruktúráját. Biológiai hatásait tekintve a koffein az egyik legszélesebb körben fogyasztott stimuláns. A koffein biokémiai hatása miatt széles körben használt az élelmiszeriparban is: számos italhoz és gyógyszerkészítményhez adják hozzá, például fájdalomcsillapítókhoz, mivel bizonyos esetekben fokozza azok hatékonyságát (Internet 1, Internet 2).

A koffein szilárd, fehér, kristályos vagy por állapotú vegyület, keserű íze miatt könnyen felismerhető. Az anyag higroszkópos tulajdonságai miatt jól oldódik vízben, és képes hidrogénkötések kialakítására, mivel a molekulájában található oxigén- és nitrogénatomok hidrogénkötési helyekként funkcionálnak. Ennek eredményeként a koffein vízzoldhatósága és a molekula poláris tulajdonságai jelentősen hozzájárulnak biológiai hatásaihoz (Vedantu, 2023).

A koffein a legelterjedtebb pszichoaktív anyag, amely a világ szinte minden táján elérhető, és amelyet a legtöbb ember napi szinten fogyaszt. Leginkább kávé, tea, energiaitalok és bizonyos gyógyszerek formájában találkozhatunk vele. A koffein hatása a központi idegrendszerre különösen érdekes, mivel számos fiziológiai és pszichológiai reakciót indít el, így növelve az éberséget és csökkentve a fáradtságérzetet, javítja a koncentrációt és fokozza a fizikai

teljesítményt. A koffein központi idegrendszeri stimulánsként az adenosin receptorok gátlásával fejtik ki hatását. Az adenosin egy természetes neurotranszmitter, amely az idegsejtek közötti kommunikációban játszik szerepet, és a központi idegrendszerben általában nyugtató, pihentető hatást gyakorol. Az adenosin aktivitása fokozódik, ahogy a nap előrehalad, és a szervezet fáradtságot kezd érzékelni. A koffein a receptorokhoz kötődve gátolja az adenosin hatását, így csökkenti a fáradtságérzetet és fokozza az éberséget (Nehlig, 2016). Ennek következményeként a koffein serkenti az idegsejtek aktivitását, és megnöveli a dopamin, a norepinefrin és az adrenalin szintjét az agyban, ami tovább fokozza az éberséget, a koncentrációt és a teljesítményt. A koffein ezen kívül javíthatja a rövid távú memória működését, ami különösen hasznos lehet a tanulás során, mivel serkenti az agyi aktivitást, különösen a prefrontális kéregben, amely az összetett gondolkodási feladatokért felelős. A koffein kognitív hatásai nemcsak a rövid távú memória javulásában nyilvánulnak meg, hanem a döntéshozatali folyamatokban is. A kutatások szerint a koffein segíthet abban, hogy gyorsabban és hatékonyabban hozzunk meg döntéseket (Rogers, 2010). Azonban nemcsak a mentális éberséget és kognitív képességeket javítja, hanem a fizikai teljesítményt is fokozhatja. A koffein növeli az adrenalin termelődését a szervezetben, amely serkenti a test "harcolj vagy menekülj" reakcióját. Ez fokozza az oxigénellátottságot és növeli az izmok munkavégző képességét, ami jobb teljesítményt eredményez fizikai aktivitás közben. Az edzések előtt történő koffeinbevitel tehát javíthatja a kitartást és gyorsíthatja a reakcióidőt (Spriet, 2014). Bár a koffein hatása leginkább fizikai szinten jelentkezik, fontos megemlíteni pszichológiai hatásait is. A koffein fogyasztása javíthatja a hangulatot és csökkentheti a depresszióval és szorongással kapcsolatos tüneteket. A koffein stimuláló hatása pozitívan befolyásolhatja a mentális állapotot, mivel növeli a szerotonin szintjét, mely a jó közérzetért és a motivációért felelős neurotranszmitter (Smit és Rogers, 2000). Ezen kívül a koffein enyhe eufórikus érzést is okozhat, amely hozzájárulhat az emberek aktívabb, energikusabb állapotához. A koffein központi idegrendszeri stimulánsként számos pozitív hatással bír, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a túlzott koffeinfogyasztás negatív hatásokat is eredményezhet, például álmatlanságot, idegességet és szorongást, így mértékkel kell alkalmazni. A koffein hatása egyénenként eltérő lehet, és az optimális hatás eléréséhez figyelembe kell venni a személyes toleranciát. A koffein hatásai az adrenalin felszabadulásában több szinten is megnyilvánulnak, és az elsődleges mechanizmus a központi idegrendszerben található adenosin receptorok blokkolásán keresztül valósul meg. Az adenosin egy olyan neurotranszmitter, amely alapvető szerepet játszik az idegi gátlásban, és segít szabályozni a szívfrekvenciát, a vérnyomást és az alvást. Az adenosin receptorok aktiválódása csökkenti az agyi aktivitást és nyugtató hatást gyakorol, míg azok blokkolása, mint amit a koffein véghez visz, serkenti az idegi aktivitást, növeli a figyelmet és az energiaszintet. A koffein, miután felszívódik a gyomor-bélrendszerben, eljut a központi idegrendszerbe, ahol gátolja az A1 és A2A típusú adenosin receptorokat. Ennek eredményeként fokozódik a dopamin, a noradrenalin és az adrenalin szintje, mivel az adenosin gátló hatása csökken.

A koffein ezen mechanizmusa közvetve serkenti a szimpatikus idegrendszert, amely fokozza az adrenalin és noradrenalin felszabadulását a mellékvese adrenalin-szintézisének serkentésével (Nehlig, 2016). Ezen kívül az adrenalin segít a szervezetnek a stresszhelyzetek kezelésében, mivel gyorsan mozgósítja az energiaforrásokat. Bár a koffein növeli az adrenalin szintjét és serkenti a szív- és érrendszert, túlzott fogyasztása negatív hatásokkal is járhat. Az adrenalin szintjének tartós növekedése szorongást, ingerlékenységet és idegességet okozhat, különösen azoknál, akik nem tolerálják jól a koffeint. A magas adrenalin szint elősegítheti a stresszreakciók fokozódását, ami különösen fontos azok számára, akik szorongásos rendellenességekkel küzdenek. A koffein fokozott fogyasztása tehát negatívan befolyásolhatja a pszichés állapotot, és hosszú távon akár alvászavarokat is okozhat, mivel a koffein gátolja az adenosin nyugtató hatását, és így csökkenti a pihenésre való hajlamot (Juliano és Dewitt, 2008).

Az energiaszintek az utóbbi évtizedekben világszerte rendkívüli népszerűsége tettek szert, különösen azok körében, akik gyors energialöketre vágyanak, mint például a fiatalok, sportolók és munkavállalók. A legfontosabb hatóanyagok, amelyek hozzájárulnak az energiaszintek serkentő hatásához, közé tartozik a koffein, a cukor, valamint egyéb összetevők, mint a taurin, B-

vitaminok, L-karnitin és guarana. A koffein mennyisége az energiatalokban jellemzően magasabb, mint a hagyományos üdítőitalokban, mint például a kólákban. Egy átlagos 250 ml-es energiatál 80-160 mg koffeint tartalmazhat, ami több mint kétszerese a Coca-Cola vagy Pepsi koffeintartalmának, amelyekben egy 330 ml-es dobozban 30-40 mg koffein található. Azonban a pontos koffein mennyiség az energiatál típusától és márkájától függ. A legismertebb energiatál, a Red Bull, egy 250 ml-es dobozban körülbelül 80 mg koffeint tartalmaz. A Red Bull különböző változatai is elérhetők, mint a cukormentes Red Bull Sugarfree, amely ugyanannyi koffeint tartalmaz, mint a klasszikus változat, azonban az édesítőszer és kalóriatartalom különbözik. A Red Bull tehát a standard energiatalok közé tartozik, amely egy viszonylag alacsony koffeintartalmú italnak számít, és egyes országokban a napi maximális koffeinbevitelhez képest viszonylag alacsony koffein mennyiséggel rendelkezik. A Monster Energy, egy másik népszerű energiatál, amely széles választékot kínál különböző ízekben és típusokban, koffeintartalma magasabb, mint a Red Bullé. A klasszikus Monster Energy egy 500 ml-es dobozban 160 mg koffeint tartalmaz, ami azt jelenti, hogy egy kiszolgálási egységben kétszer annyi koffein található, mint a Red Bullban. A Monster többféle változatot is kínál, mint például a Monster Zero Ultra (cukormentes), de ezek koffeintartalma nem változik jelentősen, és ugyanaz a 160 mg marad egy 500 ml-es doboz esetében. A Rockstar Energy hasonló koffeintartalommal rendelkezik, mint a Monster. Egy 500 ml-es doboz Rockstar Energy ital körülbelül 160 mg koffeint tartalmaz. A Rockstar egyedülálló ízeket és termékeket is kínál, mint például a Rockstar Pure Zero (cukormentes) vagy a Rockstar Recovery (elektrolitokkal dúsított), de koffeintartalma ezekben is azonos. A koffeintartalom egyes energiatalok esetében még magasabb lehet, mint a fent említett márkákban. Néhány olyan energiatál létezik, amely rendkívül magas koffeintartalommal bír, és amelyeket inkább a koffein iránti magas toleranciával rendelkező fogyasztók keresnek. Ilyenek például a következő típusok: A Monster különböző termékei között található olyan típusok, mint a Monster Energy "Maxx" és "Caffeine", amelyek egy 355 ml-es dobozban 200 mg koffeint tartalmaznak. Ez a koffeintartalom egyes sportolók és edzéshez használt energiatalok közé sorolható, mivel magas koffeinbevitel mellett gyorsan javítja az éberséget és a fizikai teljesítményt. A Bang Energy a legújabb trendek egyik legnépszerűbb energiatala, amely egy 473 ml-es dobozban 300 mg koffeint tartalmaz, tehát ez egy extrém magas koffeintartalmú energiatalnak számít. A Bang Energy-t nemcsak magas koffeintartalma, hanem a hozzáadott BCAA (elágazó láncú aminosavak) és elektrolitok is jellemzik, amelyeket gyakran sportolók fogyasztanak. Bár az energiatalok többsége magas koffeintartalommal rendelkezik, egyes márkák alacsonyabb koffeintartalmú változatokat is kínálnak a koffeintartalomra érzékenyebb fogyasztók számára. Ezek általában cukormentes és alacsony kalóriatartalmú verziók, amelyek koffeintartalmukban nem térnek el jelentősen a hagyományos kólától. A Red Bull cukormentes változata ugyanakkora koffeintartalommal rendelkezik, mint a hagyományos Red Bull, tehát egy 250 ml-es dobozban 80 mg koffeint tartalmaz, de kalóriatartalma alacsonyabb. A Monster Zero Ultra egy cukormentes energiatál, amely szintén a 500 ml-es kiszerezésben 160 mg koffeint tartalmaz. Az ital nemcsak a koffeint, hanem egyéb összetevőket, például guaranát és B-vitaminokat is tartalmaz, amelyek segítik a gyors energifelszabadítást. Bár a koffeinmentes energiatalok nem olyan elterjedtek, mint azok, amelyek magas koffeintartalommal bírnak, léteznek olyan változatok is, amelyek nem tartalmaznak koffeint. Ilyen például a Red Bull Caffeine-Free, amely szinte az összes összetevőjében megegyezik a klasszikus Red Bull-lal, de nem tartalmaz koffeint (Babu K. M. - Lee M. H., 2008).

Anyag és módszer

Az analitikai mérésekhez 11 cukormentes energiatital került beszerzésre (1. táblázat).

1. táblázat. A kísérletben vizsgált energiatital minták

Energiatital minta
1. Wild touch
2. S-Budget Zero cukor
3. Guarana classic zero cukor
4. Hell zero cukor
5. Monster zero cukor 1
6. Red bull zero cukor
7. Bomba
8. Hell strong
9. Monster zero cukor (barack)
10. Hell zero koffein
11. S-Budget strong

Az energiatital minták előkészítése során a szénsav eltávolítása kiemelt fontosságú lépés, mivel a szénsav jelenléte torzíthatja az analitikai eredményeket és nehezítheti a kémiai összetevők pontos meghatározását. Ennek érdekében a mintákat mágneses keverőn 30 percig kevertük. A mágneses keverés nemcsak a fizikai homogenitást javította, hanem elősegítette a buborékok eltávolítását is, így a minták későbbi analitikai vizsgálatai pontosabbak és megbízhatóbbak lettek.

Az előkészített minták koffeintartalmának pontos meghatározásához kloroformmal történő extrahálási módszert alkalmaztunk.

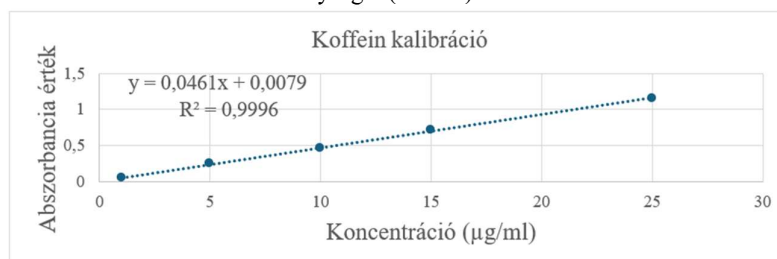
Az extrahálás során minden egyes italból két párhuzamos mintát („A” és „B”) készítettünk a megbízhatóbb és pontosabb eredmények reprodukálása érdekében. A szobahőmérsékletű italokból pontosan 10-10 ml-t rázóüvegbe mértünk, melyet 2 lépésben kloroformmal extraháltunk (1. ábra).



1. ábra. Energiatital minta és a kloroform fázis a rázóüvegben (Fotó: Márton Nóra, 2024)

Az első lépésben 10 ml kloroformot adagoltunk a mintákhoz, melyet intenzíven összeráztunk. A mintákat néhány percig állni hagytuk, annak érdekében, hogy a minta és a már koffeint tartalmazó kloroform fázis elváljon. Ezt követően a kloroform fázist mérőhengerbe gyűjtöttük, majd ezt a lépést újabb 5 ml kloroformmal megismételtük. Az egyesített kloroform fázis térfogatának meghatározása után centrifuga csőbe 100 μ l-t pipettáztunk, majd tiszta kloroformmal a végtérfogatot 5 ml-re állítottuk be és alaposan homogenizáltuk.

Az UV-VIS spektrofotometriás módszer általános előnye, hogy gyors és pontos eredményeket biztosít, amely lehetővé teszi a különböző italok koffeintartalmának összehasonlítását. Az analitikai mérés során tiszta koffeinből és desztillált vízből egy standard törzsoldatot készítettünk. A standard törzsoldat koncentrációja 1000 µg/ml volt, amelyből egy standard oldatsorozatot készítettünk (1-5-10-15-25 µg/ml). A standard oldatsorozat optikai sűrűségét (abszorbanciáját) UV-VIS spektrofotométer segítségével határoztuk meg 275 nm hullámhosszon. A kapott abszorbanciértékek alapján az alábbi kalibrációs egyenletet használtuk a koffein koncentrációjának meghatározásához: $[y = 0,0461x + 0,0079]$, ahol (y) az abszorbancia, (x) a koffein koncentráció (µg/ml). A kalibrációs görbe korrelációs együtthatója (R^2) 0,9996 volt, amely kiváló korrelációt mutatott így biztosítva a mérési módszer hatékonyságát (2. ábra).



2. ábra. Koffein standard kalibráció

Az előkészített mintákat küvetába töltöttük, az ezekben található koffein koncentrációját UV-VIS spektrofotométer segítségével 275 nm-en lementük. Az „A” és „B” párhuzamos mintáknál kapott abszorbancia értékeket átlagoltuk és kiszámoltuk a minták koffeintartalmát (µg/ml).

Eredmények és értékelésük

Az eredmények alapján az energiaiitalok koffeintartalma 5,89 mg/100 ml és 111,14 mg/100 ml között mozgott (2. táblázat), ami rendkívül széles tartományt mutat. A legalacsonyabb a Hell Zero Koffein koffeintartalma (5,89 mg/100 ml) volt, amelyet a gyártó koffeinmentes terméknek jelölt meg. A Monster Zero Cukor (111,14 mg/100 ml) volt a legnagyobb koffeintartalmú minta, amely több mint 3,5-szerese a gyártó által megadott értéknek (30 mg/100 ml).

2. táblázat. Mért koffein koncentráció az energiaiital mintákban

Minta neve	Gyártó által megadott koffein koncentráció	Mért koffein koncentráció (mg/100ml)	Eltérés
Energiaiital	mg/100ml	mg/100ml	%
1. Wild touch	32	28,87	-9,78
2. S-Budget Zero cukor	32	41,36	+29,25
3. Guarana classic zero cukor	32	38,67	+20,84
4. Hell zero cukor	32	42,53	+32,91
5. Monster zero cukor	30	111,14	+270,47
6. Red bull zero cukor	32	39,92	+24,75
7. Bomba	15	23,34	+55,60
8. Hell strong	38,4	51,49	+34,10
9. Monster zero cukor (barack)	30	105,78	+252,60
10. Hell zero koffein	0	5,89	
11. S-Budget strong	38	47,75	+25,66

A szélsőséges értékeket figyelmen kívül hagyva (Monster 5; Monster 9) az energiaiitalok koffeintartalma 23,34 mg/100 ml és 51,49 mg/100 ml között mozgott. Ez az eltérés azonban még így is jelentős. Az energiaiitalok esetében az eltérés a gyártók által megadott értékek és a mért eredmények között akár 270%-os is volt (2. táblázat). Ezzel szemben a „Wild Touch” esetében

volt megfigyelhető az egyetlen negatív irányú eltérés, amely -9,78%-os. A Monster energiaiital mintáknál kapott magas eltérések miatt az érintett két minta esetében folyadékromatográfiás technikával (HPLC-MS) ellenőrző méréseket végeztünk. Az így kapott koffein koncentrációk eredményei megegyeztek a gyártó által feltüntetett értékekkel. Az ezt követő újabb tudományos eredmények tükrében megállapítottuk, hogy azok az energiaiitalok, amelyek eltérő mennyiségben, de tartalmaznak B-vitaminokat, az UV-VIS spektrofotometriás méréseknél hasonló fényelnyelés értékkel rendelkeznek 275 nm-en, mint a koffein. Ebből kifolyólag a B-vitamin tartalmú energiaiitalok esetében a HPLC-MS mérési módszer alkalmazása eredményez pontos meghatározásokat a koffeintartalom tükrében.

Következtetések

A koffeintartalmú energiaiitalok fogyasztása során az eredmények és háttérinformációk alapján érdemes tudatos döntéseket hozni, annak érdekében, hogy az élénkítő hatás megőrzése mellett minimalizáljuk az egészségügyi kockázatokat. A kávé és a fekete tea ideális választás lehet azok számára, akik természetes forrásból szeretnék fedezni a napi koffeinbevitelüket.

Az energiaiitalok és kólák fogyasztása során érdemes a cukormentes változatokat előnyben részesíteni, például a „Hell Zero Cukor” vagy „Monster Zero Cukor” termékeket. Ezek a változatok nemcsak a kalóriabevitelt csökkentik, hanem kevésbé terhelik a vércukorszintet és a fogakat.

A koffeinbevitelt napi szinten az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság ajánlása szerint érdemes 400 mg alatt tartani, amely körülbelül 3-4 csésze kávénak, 2-3 adag energiaiitalnak vagy több adag teának felel meg. A vásárlóknak továbbá figyelniük kell a koffeintartalmú italok fogyasztásának időzítésére, mivel a koffein késő délutáni vagy esti bevétele megzavarhatja az éjszakai alvás minőségét.

Összefoglalás

Az élelmiszerekben előforduló koffein, mint világszerte széles körben fogyasztott pszichoaktív anyag tulajdonságairól, hatásairól és szerepéről. A koffein kémiai összetétele és fizikai jellemzői adják alapot annak a komplex hatásmechanizmusnak, amely révén az anyag stimulálja a központi idegrendszert, fokozza az éberséget, csökkenti a fáradtságérzetet, és javítja a koncentrációt. Bár számos előnye ismert, mint például a kognitív hanyatlás elleni védelem, a fizikai teljesítmény fokozása és a hangulat javítása, ugyanakkor túlzott fogyasztása szorongáshoz, álmatlansághoz, valamint egyéb egészségügyi kockázatokhoz vezethet.

A mérsékelt koffeinfogyasztás kiemelt fontosságú, amely elősegítheti a pozitív hatások érvényesülését anélkül, hogy kockázatokat vállalnánk az egészségünk megőrzése szempontjából. A tudományos kutatások alapján elmondható, hogy lényeges a tudatos és mérsékletes koffeinfogyasztás, ugyanakkor a rendelkezésre álló analitikai módszerek hozzájárulhatnak olyan további vizsgálatokhoz, melynek célja a koffein élettani hatásainak még alaposabb megértése.

Kulcsszavak: koffein, energiaiital, UV-VIS spektrofotométer, folyadék kromatográfia

Irodalom

Babu K. M. – Lee M. H.: 2008. Effects of caffeine on physical performance. *Journal of Applied Physiology*
Juliano L. M. - Dewitt J.: 2008. Caffeine Use and Dependence: A Review of Research. *Addictive Behaviors*
Nehlig A.: 2016. Caffeine and Brain Function: Insights from Research. *Caffeine Journal of Neuroscience*
Rogers P.: 2010. The Impact of Caffeine on Sleep Patterns. *Sleep and Health Journal*
Smit H., & Rogers – P.: 2000. Caffeine and Cognitive Performance. *Human Psychopharmacology*
Spriet L.: 2014: Caffeine and Physical Performance: A Review of the Evidence. *Sports Medicine*
Vedantu: 2023. Caffeine: Structure, Uses, and Effects.

Internetes hivatkozások:

Internet 1: byjus.com/caffeine-chemical-formula/

Internet 2: [Caffeine: What Is Caffeine? | Journal Of Nutrition](#)

QUALITATIVE ANALYSIS OF CAFFEINE CONTENT OF ENERGY DRINKS

Szabolcs Vigh, Nóra Márton

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences,
H-4400 Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
vigh.szabolcs@nye.hu

Summary

Caffeine is a widely consumed psychoactive substance that plays a significant role in the daily lives of many people around the world. From the rich aroma of freshly brewed coffee to the fizz of carbonated drinks to the smoothness of tea, the presence of caffeine in our lives is undeniable. Its appeal lies in the multifaceted interplay of its health consequences and the fascinating science of its analytical measurement. To fully understand caffeine, it is essential to explore the historical context, which provides a foundation for understanding its significance in the present day. Numerous scientific studies have examined the effects of caffeine on the human body, its potential benefits and harms, arousing both curiosity and concern. The science of analytical chemistry includes advanced methods such as high-performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) or even spectrophotometric assays.

Keywords: caffeine, energy drink, UV-VIS spectrophotometer, liquid chromatography