



Stromájer Zille Ajsa¹
gimnáziumi tanuló

József Tibor²
tanársegéd
ORCID azonosító: 0000-0002-4602-8776

Varga Zsuzsanna³
középiskolai tanár

**Dr. Stromájer-Rácz
Tímea PhD**⁴
adjunktus
ORCID azonosító: 0009-0005-3860-1420

*Kapcsolattartó szerző:
Dr. Stromájer-Rácz Tímea PhD
Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Kaposvár,
Guba Sándor u. 40. 7400
timea.stromajer-racz@etk.pte.hu
Tel: +36 30 8142473*

Az energiaiital valóban szárnyakat ad? Koffeinfogyasztási szokások felmérése középiskolások körében, és az energiai- italok koffeintartalmának mérése

Do Energy Drinks Really Give You Wings? A Survey of Caffeine Consumption Habits Among High School Students and an Analysis of the Caffeine Content in Energy Drinks

¹ Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium

² Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Diagnosztikai Intézet

³ Kaposvári Munkácsy Mihály Gimnázium

⁴ Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, Diagnosztikai Intézet

Absztrakt

Célkitűzés: A fiatalok körében egyre gyakoribb energiaiital-fogyasztás komoly egészségügyi kockázatot jelent, különösen a termékek pontos koffeintartalma ismeretének hiányában. Kutatásunk célja annak feltárása volt, hogy egy középiskolás mintában milyen mértékű az energiaiital-fogyasztás, illetve hogy a forgalomban lévő termékek koffeintartalma megfelel-e a csomagoláson feltüntetett értékeknek. **Anyag és módszer:** 2023 decemberében és 2024 januárjában anonim online kérdőívet töltöttek ki egy kaposvári gimnázium tanulói (n=58). Tíz különböző árkategóriájú energiaiital koffeintartalmát laboratóriumban, nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás (HPLC) módszerrel vizsgáltuk. **Eredmények:** A válaszadók több mint fele legalább alkalmanként fogyaszt energiaiitalt. Nyolc termék esetében a mért koffeinszint magasabb volt a feltüntetettnél (t=3,165; p=0,006). **Következtetés:** A csomagoláson feltüntetett adatok pontatlansága miatt a koffeinbevitel nem becsülhető meg megbízhatóan, ami veszélyezteti a fiatalok egészségét – különösen a 100 mg/nap ajánlott határérték figyelembevételével.

Kulcsszavak: energiaiital, koffein, középiskolás korosztály, serdülők

Abstract

Objective: The increasingly common consumption of energy drinks among adolescents poses significant health risks, especially due to the lack of accurate information on the caffeine content of these products. The aim of our study was to assess the extent of energy drink consumption in a

sample of high school students and to determine whether the caffeine content of commercially available products corresponds to the values indicated on their packaging. **Materials and Methods:** In December 2023 and January 2024, students from a high school in Kaposvár (n=58) completed an anonymous online questionnaire. The caffeine content of ten energy drink brands from various price categories was analyzed in the laboratory using high-performance liquid chromatography (HPLC). **Results:** More than half of the respondents reported consuming energy drinks at least occasionally. In eight products, the measured caffeine levels were higher than those stated on the label (t=3.165; p=0.006). **Conclusion:** Due to inaccuracies in the declared caffeine content on packaging, actual intake cannot be reliably estimated, posing potential health risks to young people—especially in light of the recommended daily limit of 100 mg.

Keywords: energy drink, caffeine, high school students, adolescents

Rövidítések jegyzéke:

FDA – Food and Drug Administration

EFSA – European Food Safety Authority

HBSC – Health Behaviour in School-aged Children

TLC – Thin Layer Chromatography

HPLC – High Performance Liquid Chromatography

1. Bevezetés

Az elmúlt években világszerte – így Magyarországon is – folyamatosan növekszik az energitalok fogyasztása, különösen a serdülőkorú fiatalok körében (Visram et al., 2016; Johnson & Maher, 2021). Ezek a termékek széles körben elérhetők, számos médiacsatornán aktívan reklámozzák őket, és gyakran jelen voltak az iskolai büfék kínálatában is (Kovács et al., 2024). Az energitalok egyik legfontosabb hatóanyaga a koffein, amely stimuláló hatású vegyület: fokozza az éberséget, emeli a vérnyomást, gyorsítja a szív működést, ugyanakkor rendszeres fogyasztása függőséget is okozhat (Temple, 2009; Higgins et al., 2010). Ennek ellenére a kutatások szerint a fiatalok jelentős hányada rendszeresen él a termékekkel (Nowak et al., 2018). A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) 2018-as adatai szerint Magyarországon a 10–14 éves korosztályban

minden ötödik gyermek energitalt fogyaszt reggelire, míg a serdülők 78%-a már kipróbálta ezeket az italokat, és 13%-uk rendszeres fogyasztónak tekinthető (Németh et al., 2019). A NielsenIQ piackutató vállalat adatai alapján 2022 augusztus és 2023 július között 64 millió liter energitalt értékesítettek Magyarországon. Egy átlagos energital koffeintartalma körülbelül 80 mg, ami megfelel egy csésze erős kávé vagy mintegy egy liter kóla koffeintartalmának (EFSA, 2015). A túlzott koffeinbevitel következményeként évente több tucat fiatalos szoruló kórházi ellátásra (Seifert et al., 2011). A koffeinre vonatkozó nemzetközi ajánlások életkor szerint eltérő határértékeket határoznak meg. Az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (FDA, 2018) a felnőttek számára napi legfeljebb 400 mg koffeinbevitt tart biztonságosnak tartja.

ságosnak, míg a 12–18 éves korosztály esetében ez az érték nem haladhatja meg a 100 mg-ot. A 12 év alatti gyermekek számára a koffeinfoogyasztás egyáltalán nem ajánlott (EFSA, 2015). A Magyarországon forgalmazott energiaiitalok koffeintartalma azonban jelentős szórást mutat. Ez indokoltta teszi annak vizsgálatát, hogy a gyártók által a csomagoláson feltüntetett értékek mennyire felelnek meg a valós, laboratóriumban mért koffeinszintnek (Arria & O'Brien, 2011). A koffein vízajtó tulajdonsága fokozza a kiszáradás kockázatát sportolás, hőség, illetve más dehidratáló körülmények esetén (Temple, 2009; Breda et al., 2014). Ennek következménye lehet rosszullét, ájulás, vagy súlyosabb esetben keringési elégtelenség. Rejtett szívbetegséggel élőknek akár egyetlen energiaiital elfogyasztása is szívmegállást idézhet elő (Higgins & Babu, 2013). Bár a koffein hosszú távú hatásai gyermekek esetében még nem teljesen feltártak, ismert, hogy megterhelheti a központi idegrendszert, a májat és a veséket (Temple, 2009). A rendszeres koffeinfoogyasztás hozzászokáshoz, megvonása pedig elvonási tünetekhez – például fejfájáshoz, ingerlékenységhez, remegéshez vagy akár depresszióhoz – vezethet (FDA, 2018). Az energiaiitalok gyakran olyan további összetevőket is tartalmaznak, mint a guarana, a taurin vagy az L-karnitin, amelyek hosszú távú hatásai még nem kellően tisztázottak a tudományos szakirodalomban (McLellan & Lieberman, 2012). Az EFSA (2015) szerint felnőttek számára a napi biztonságos koffeinbevitel maximum 400 mg, egyszeri dózisként pedig legfeljebb 200 mg lehet. Túladagolás – például 1200 mg koffein hirtelen bevitele – akár görcsöket, szívritmuszavart, vagy súlyos esetben agyvérzést is előidézhethet (Li et al., 2023). Mind az EFSA, mind az FDA hangsúlyozza: gyermekek és serdülők esetében nem állapítható meg biztonságos koffeinbevitel, így

ezen korcsoport számára koffeintartalmú italok fogyasztása kerülendő (EFSA, 2015; FDA, 2018). Az elmúlt években számos szakmai publikáció és kutatás figyelmeztet arra, hogy az energiaiitalok káros egészségügyi hatásai – az enyhébb tünetektől (pl. szorongás, alvászavar, gyomorpanaszok, idegesség, dehidratáció) a súlyosabb következményekig (pl. veseelégtelenség, szívritmuszavar, görcsroham, hirtelen halál) – egyre gyakoribbak a serdülők körében (Visram & Hashem, 2016; Kożuchowska et al. 2025, Constantino et al. 2023). A 2022-es európai HBSC-felmérés adatai alapján a tanulók 13,7%-a naponta fogyaszt energiaiitalt, míg közel háromnegyedük heti rendszerességgel vagy ritkábban él ezekkel a termékekkel (HBSC International Coordinating Centre, 2023, pp. 102–103). A napi fogyasztás aránya 2014 óta folyamatos növekedést mutat, különösen az 5–11. évfolyam közötti korosztályban, ahol a fogyasztási arány közel négyeszeresére nőtt (Johnson & Maher, 2021). A fiatalok körében gyakori motiváció az iskolai vagy sportteljesítmény javítása (Adan et al., 2008; Oplaznik & Dojcsákné, 2024).

Kutatásunk célja az volt, hogy egy saját szerkesztésű kérdőív segítségével felmérjük egy középiskolai tanulóközösség koffeintartalmú italokra – elsősorban energiaiitalokra – vonatkozó fogyasztási szokásait, motivációit, valamint a koffeinnel kapcsolatos ismereteit és attitűdjeit. Ezen túlmenően célul tűztük ki a hazai piacon népszerű energiaiitalok koffeintartalmának laboratóriumi meghatározását, abból a célból, hogy megvizsgáljuk, a gyártók által feltüntetett koffeintartalom megegyezik-e a mért értékekkel. A kutatás fontosságát a fiatalok egészségének védelme és a megalapozott prevenciók intézkedések kidolgozása indokolja.

Anyag és módszer

Kérdőíves vizsgálat

Az online kérdőíves adatgyűjtés 2023 decembertől 2024 januárig zajlott egy kaposvári gimnázium tanulói körében. A kutatás során használt kérdőívet a Google Forms felületén keresztül lehetett kitölteni. A kitöltés teljes mértékben önkéntes és anonim volt, a válaszadás semmilyen formában nem járt személyazonosítási lehetőséggel. A kérdőív minden gimnáziumi tanuló számára nyitott volt, feltétel volt az iskolával való aktív jogviszony, a tanuló és a szülő beleegyezése a kutatásban való részvételbe, olyan feltételekkel, ahogyan ezt a magyarországi hatályos jogszabályok előírják. Az intézmény vezetősége támogatási nyilatkozat aláírásával, valamint a részletes tájékoztató megszervezésében nyújtott segítséggel járult hozzá a vizsgálat jogszerű és sikeres lebonyolításához.

A kérdőívet saját szerkesztésben állítottuk össze, korábbi szakirodalmi háttér és releváns nemzetközi kutatások figyelembevételével. A kérdések elsősorban szociodemográfiai adatokra (nem, életkor, lakóhely típusa, önbevallott anyagi helyzet), valamint az energiai- és koffeinfogyasztási szokásokra, azok gyakoriságára, jellemző körülményeire, motivációira, illetve a koffein élettani hatásaira vonatkozó ismeretekre és attitűdökre irányultak. A kérdőív célja az volt, hogy átfogó képet kapjunk a középiskolások energiai-fogyasztási mintázatairól és az azokat befolyásoló tényezőkről.

Energiai-minták kiválasztása

A laboratóriumi vizsgálatba bevont energiai-minták kiválasztása kényelmi mintavétellel történt. A minták összeállításakor figyelembe vettük a kérdőívre adott válaszokban említett leggyakrabban fogyasztott termékeket, valamint azokat az italokat, amelyeket a tanulók

saját tapasztalataik alapján ajánlottak. Törekedtünk arra, hogy a minta reprezentatív képet adjon a hazai piac kínálatáról: ennek érdekében különböző árkategóriákból választottunk energiai-italokat – így alacsonyabb árú és prémium termékek egyaránt szerepeltek a vizsgálatban.

Laboratóriumi vizsgálatok

A koffeintartalom meghatározására irányuló laboratóriumi mérések 2024 januárban zajlottak a Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar Kaposvári Képzési Központjában. A koffein jelenlétét és mennyiségét két különböző analitikai módszerrel vizsgáltuk: vékonyréteg-kromatográfiával (TLC) és nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC).

Vékonyréteg-kromatográfiás (TLC) eljárás

A TLC-módszer célja a koffein kvalitatív kimutatása volt az energiai-ital mintákban. Az analízis során a következő eszközöket és anyagokat használtuk: kromatográfiás kád, Hamilton-fecskendő, Kieselgel 60 HF254 típusú kromatográfiás lemezek, vonalzó, grafit ceruza és 254 nm hullámhosszú UV-lámpa. Az oldószer elegyet 108 cm³ etil-acetát és 36 cm³ jégecet (100%-os ecetsav) felhasználásával készítettük el. A kromatográfiás lemezeket megfelelő méretűre vágtuk, majd a mintaindító vonalat a lemez aljától 1 cm-re húztuk meg ceruzával. A koffein standard oldatot és az energiai-ital-mintákat 5 µl térfogatban vittük fel a lemezre Hamilton-fecskendő segítségével. Az oldószer elvándorlását követően a lemezeket megszáritottuk, majd UV-fény alatt vizsgáltuk a foltok megjelenését. A foltok távolságát centiméterben mértük, és kiszámítottuk az R_f-értékeket.

Nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás (HPLC) meghatározás

A koffeintartalom pontos mennyiségi meghatározását HPLC-berendezéssel végeztük, amely megbízható és széles körben használt módszer a biokémiai analízis területén. A vizsgálathoz Agilent 1260 Infinity II típusú készüléket használtunk, a detektálási hullámhossz 275 nm volt. Az eluensként metanol és víz 30:70 térfogatarányú elegyét alkalmaztuk. Az áramlási sebességet 1 ml/perc értékre állítottuk be, a mintainjektálás térfogata 5 µl volt. A koffein koncentrációját a standard koffeinoldatokkal kapott retenciósidők összehasonlítása alapján határoztuk meg, az eredményeket milligramm/250 ml (mg/250 ml) egységben rögzítettük.

A két módszer együttes alkalmazásával nemcsak a koffein jelenlétét tudtuk kvalitatívan igazolni a vizsgált italokban, hanem pontos mennyiségi értékeket is kaptunk. Ez lehetőséget adott arra, hogy a kapott eredményeket összevessük a gyártók által a csomagoláson feltüntetett értékekkel. A vizsgálat így nemcsak a fogyasztási szokások, hanem az élelmiszer-biztonság és a fogyasztói tájékoztatás szempontjából is releváns adatokat szolgáltatott.

Statisztikai elemzés

A kérdőíves vizsgálat során nyert adatokat Microsoft Excel 2016 szoftverrel dolgoztuk fel. Az elemzés során leíró statisztikai módszereket alkalmaztunk: gyakorisági eloszlásokat, százalékos arányokat, átlagokat és szórásokat számítottunk. Az így nyert mutatók célja a tanulók energiaital-fogyasztási szokásainak, motivációinak és a koffeinnel kapcsolatos ismereteinek feltárása volt. A laboratóriumi mérések eredményeinek statisztikai összehasonlításához párosított mintás t-próbát alkalmaztunk. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsuk, vajon

a vizsgált termékek tényleges koffeintartalma szignifikánsan eltér-e a gyártók által a csomagoláson feltüntetett értékektől. A szignifikanciaszintet $p < 0,05$ értékben határoztuk meg.

Eredmények

Kérdőíves vizsgálat

A kérdőíves felmérés során összesen 58 középiskolás tanuló töltötte ki az online kérdőívet anonim módon. A válaszadók életkora 13 és 18 év között alakult, az átlagéletkor 14,6 év volt. A kitöltők egy kaposvári gimnázium képzésének különböző évfolyamaiból kerültek ki, így a minta reprezentálja a 13–18 éves tanulók korosztályát. A családi háttér elemzése alapján a megkérdezett diákok 53,6%-a teljes családban él – azaz mindkét szülőjével és testvérével egy háztartásban. Nyolc fő (13,8%) kizárólag édesanyjával, három tanuló (5,2%) pedig édesapjával él együtt. Néhány esetben a háztartás tagjaiként nagyszülők is jelen vannak, míg más diákok szintén teljes családban élnek, ám testvér nélkül.

A lakóhely szerinti megoszlás tekintetében a tanulók 49,1%-a Kaposváron él, míg a többiek környező kisebb településeken. Az anyagi helyzet önbevalláson alapuló értékelése szerint a válaszadók 69,6%-a átlagosnak ítélte meg családjának anyagi helyzetét, 26,8% ennél kedvezőbbnek, míg mindössze 3,6% nyilatkozott úgy, hogy anyagi helyzete az átlag alatti.

Az egészségmagatartási szokások elemzése alapján elmondható, hogy a többség rendszeresen végez testmozgást iskolán kívül is: mindössze két fő jelezte, hogy kizárólag a kötelező testnevelés órák keretében mozog. Az alkoholhoz való viszony tekintetében a tanulók 35,1%-a még soha nem fogyasztott alkoholt, míg a többi válaszadó legalább egyszer már kipróbálta. A dohányzási szokások alapján a diákok 75,4%-a egyáltalán nem dohányzik, öt tanuló (8,6%) napi

rendszerességgel gyűjt rá, míg a többiek alkalmoszerűen fogyasztanak dohánytermékeket. A koffeintartalmú italok fogyasztásával kapcsolatban kiemelten az energiaitalokkal kapcsolatos szokások kerültek előtérbe. A válaszadók 45,6%-a soha nem fogyaszt energiaitalt, míg 29,8% esetenként, de nem heti rendszerességgel él e termékekkel. A fennmaradó csoport legalább heti szinten fogyaszt ilyen italokat, és egy tanuló a válaszadása szerint naponta többször is iszik energiaitalt.

Az energiaitalok hatásainak megítélésében a tanulók 35,2%-a nem tudott határozott véleményt formálni. A válaszadók 20,4%-a semmiféle érzékelhető élettani vagy mentális hatást nem észlelt, ugyanakkor 24 fő különböző mértékű élénkítő hatásról számolt be. A fogyasztás anyagi vonzatát tekintve a tanulók 76,9%-a heti szinten kevesebb, mint 500 forintot költ energiaitalra, míg a fennmaradó tanulók ennél nagyobb összeget fordítanak ilyen termékekre.

A fogyasztási motivációk vizsgálatakor az ízpreferencia emelkedett ki domináns tényezőként: a válaszadók 56,4%-a az íze miatt fogyaszt energiaitalt, míg 23,1% a fáradtság leküzdését jelölte meg elsődleges indokként. Az energiaitalok összetételére vonatkozó ismereteik alapján elmondható, hogy a válaszadók túlnyomó többsége képes volt legalább egy összetevő – leggyakrabban a cukor és a koffein – megnevezésére. Mindössze hat fő nem tudta megmondani, hogy milyen anyagokat tartalmaznak ezek a készítmények.

Az energiaitalok egészségre gyakorolt hatásával kapcsolatban a válaszadók 62,5%-a úgy nyilatkozott, hogy ezek a termékek károsak az egészségre. Ezzel szemben 10,7% nem tekinti őket ártalmasnak, míg a többiek nem tudtak egyértelmű álláspontot megfogalmazni. A koffeinfogyasztási szokások más formáira is

rákérdeztünk: a diákok 37%-a soha nem iszik kávét, ugyanakkor a válaszadók fele legalább heti rendszerességgel él ezzel az itallal. A kóla és más koffeintartalmú szénsavas italok lényegesen népszerűbbnek bizonyultak: mindössze 11 diák nyilatkozott úgy, hogy egyáltalán nem fogyaszt ilyen italokat. Összegzésként megállapítható, hogy a diákok körében a koffeintartalmú italok – különösen a kóla és egyéb üdítőitalok – fogyasztása jelentősebb, mint az energiaitaloké, ugyanakkor utóbbiak is széles körben elterjedtek. Fontos megjegyezni, hogy jelen kutatás nem törekedett statisztikai összefüggések feltárására vagy oksági viszonyok bizonyítására. Ennek két fő oka volt: egyrészt a vizsgálati minta viszonylag kis elemszáma (n=58) nem tette lehetővé megbízható statisztikai következtetések levonását, másrészt a kutatás célja leíró jellegű volt. Arra törekedtünk, hogy egy középiskolai tanuló közösség körében feltérképezzük az energiaital-fogyasztási szokásokat és attitűdöket, és összevevünk azokat a korábbi, nagyobb volumenű, reprezentatív kutatásokkal. Kutatásunk célja tehát nem az volt, hogy új összefüggésekre világítson rá, hanem hogy megvizsgáljuk: egy konkrét középiskolai minta esetében visszatükröződnek-e azok a trendek, amelyeket már több alkalommal dokumentáltak a nemzetközi és hazai szakirodalomban (Németh & Várnai, 2019; Visram et al., 2016).

Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi elemzés során tíz különböző energiaital-mintát vizsgáltunk, amelyeket a kérdőíves válaszok alapján a diákok gyakori fogyasztásra jelöltek meg. A termékek kiválasztásánál törekedtünk az árkategóriák szerinti diverzitásra, így saját márkás és prémium kategóriás italok egyaránt bekerültek a mintába. A mintákat egyedi azonosítóval láttuk el, a szén-

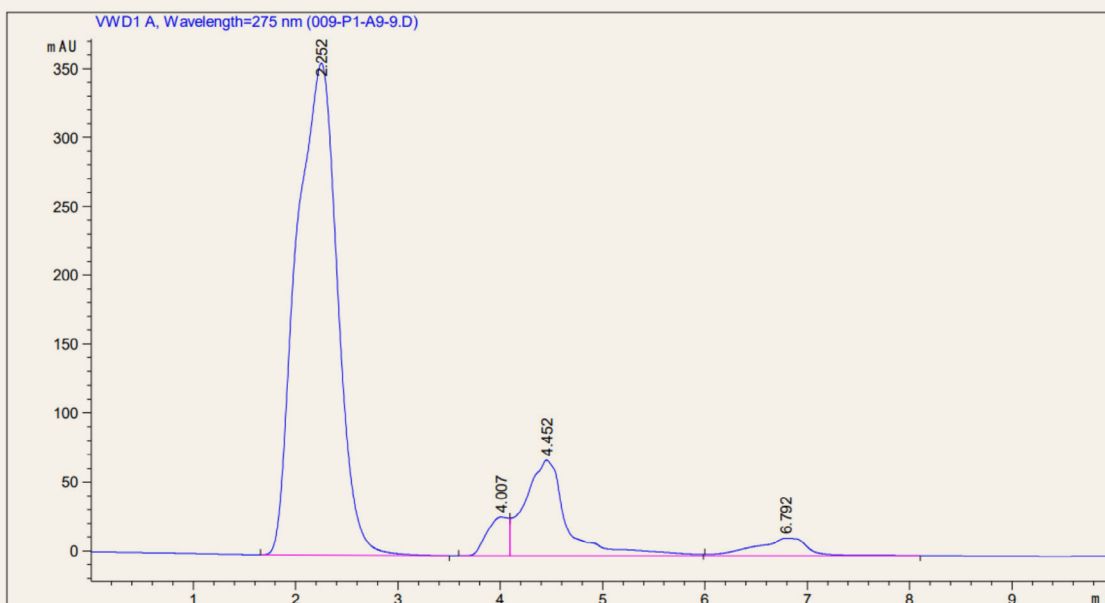
savtartalmat a vizsgálat előtt eloszlattuk, majd a folyadékokat szűrőpapíron szűrtük át a zavartalan analízis biztosítása érdekében.

Első lépésként a koffein jelenlétének kvalitatív igazolására vékonyréteg-kromatográfiás (TLC) vizsgálatot alkalmaztunk. Az eljárás során a mintákat kromatográfiás lemezekre vittük fel, majd azokat elválasztási fázisban eluáltuk. A megfelelő fejlesztési idő eltelte után a lemezeket UV-fény (254 nm) alatt vizsgáltuk meg. A koffein jelenlétét az UV-sugárzás hatására megjelenő, jellegzetes sötét sávok igazolták, amelyek minden vizsgált minta esetében egyértelműen kimutathatók voltak. A foltok elmozdulását centiméterben mértük, és Rf-értékeket számoltunk, amelyek segítségével megerősítettük, hogy a minták valóban tartalmazznak koffeint.

1. ábra: HPLC kromatogram a koffeincsúcs detektálásával (retenciós idő: kb. 2,9 perc)

A koffein mennyiségi meghatározása HPLC-analízissel

A koffein pontos mennyiségi meghatározására nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiás (High Performance Liquid Chromatography – HPLC) eljárást alkalmaztunk, amely kiváló érzékenysége és reprodukálhatósága miatt az analitikai kémia egyik legelterjedtebb kvantitatív módszere. A vizsgálatokat Agilent 1260 Infinity II típusú HPLC-berendezéssel végeztük, ahol a detektálás a koffein jellemző abszorbanciájának megfelelően 275 nm-es hullámhosszon történt. Az alkalmazott mobil fázis metanol és desztillált víz 30:70 térfogatarányú elegye volt, az áramlási sebesség 1,0 ml/perc, a minta injektálás térfogata 5 µl. A koffeintartalom meghatározása a standard koffein oldatok retenciós idejéhez viszonyítva történt, a csúcs alatti terület (area) mérésével, amelyet egy kalibrációs egyenes segítségével számoltunk át koncentrációértékre. A kalibráció során alkalmazott regressziós egyenlet a következő volt: $C = 136,5 \times A - 95,46$,



Forrás: saját szerkesztés

ahol C a koffein koncentrációja (mg/100 ml), A pedig az area érték. A mért HPLC-kromatogramokon a koffein jól elkülönülő csúcsként jelent meg a 2–3 perc közötti retenciós időtartományban (**1. ábra**), a jelenlétét pedig minden mintában egyértelműen azonosítottuk. Minden mintát háromszor mértünk meg.

A tíz vizsgált energiaital koffeintartalma közül több esetben szignifikáns eltérés mutatkozott a mért értékek és a gyártó által megadott adatok között. Az összehasonlításhoz alkalmazott páros t-próba eredménye szignifikáns különbséget mutatott a két értékkészlet között ($t = 3,165$; $p = 0,006$; $p \leq 0,05$), ami megerősíti, hogy a csomagoláson szereplő koffeinmennyiségek szisztematikusan eltérhetnek a valós koncentrációktól (**1. táblázat**). A meghatározott értékek széles tartományban mozogtak, a legalacsonyabb mért koncentráció 5,95 mg/100 ml (1. minta), míg a legmagasabb érték 146,57 mg/100 ml (8. minta) volt. A vizsgálat során nyert eredmények összevetése a gyártók által a termék címkéken feltüntetett adatokkal számos eset-

ben lényeges eltérést mutatott. A legtöbb esetben a tényleges koffeintartalom meghaladta a megadott értéket, de előfordult jelentősen alacsonyabb érték is.

A minták közül különösen az 1. minta koffeintartalma tért el jelentősen a jelzett értéktől (5,95 mg/100 ml mért vs. 32 mg/100 ml címkén feltüntetett), míg a 8. minta több mint négyszeres koffein koncentrációt tartalmazott a dobozon jelzett mennyiséghez képest (146,57 mg/100 ml vs. 38,4 mg/100 ml). Ezek az eredmények felvetik a csomagoláson szereplő információk megbízhatóságának kérdését, amely fogyasztóvédelmi és egészségbiztonsági szempontból is releváns problémát jelent. Fontos korlátozni a vizsgálatnak, hogy az energiaital-minták egy-egy konkrét gyártási tételből származtak. Ennek következtében az eredmények a koffeintartalom egy adott időpontban készült sorozatára érvényesek, és nem zárható ki, hogy más gyártási időpontokban előállított tételek eltérő értékeket mutatnának.

1. táblázat: Az energiaital minták valós koffeintartalmának értéke

Minta sorszám	Mért koncentráció (mg/100 ml)	Csomagoláson feltüntetett koncentráció (mg/100 ml)
1	5,95	32
2	96,75	32
3	66,80	32
4	67,65	32
5	31,95	32
6	67,61	40
7	77,30	32
8	146,57	38,4
9	72,79	32
10	58,16	32

Forrás: saját szerkesztés

Megbeszélés

A vizsgálat célja kettős volt: egyrészt feltárni egy középiskolás diákcsoporthoz koffeintartalmú italokkal – különösen az energiaiitalokkal – kapcsolatos fogyasztási szokásait és motívációit; másrészt laboratóriumi módszerekkel megvizsgálni, hogy a népszerű energiaiitalok koffeintartalma mennyiben felel meg a csomagoláson feltüntetett adatoknak. A kérdőíves felmérés eredményei egyértelműen megerősítették, hogy a diákok jelentős része rendszeresen fogyaszt koffeintartalmú italokat, köztük energiaiitalokat is. Bár a megkérdezettek 45,6%-a nem él ezekkel a termékekkel, a válaszadók fennmaradó csoportja heti, vagy akár napi rendszerességgel is fogyaszt energiaiitalt. Különösen figyelemre méltó, hogy 23,1%-uk nem csupán élvezeti célból, hanem funkcionális okokból, például fáradtság leküzdésére választja ezeket az italokat. Ez a megközelítés összhangban van a nemzetközi és hazai szakirodalom megállapításaival is (Reissig et al., 2009; Oplaznik et al., 2024). A nemzetközi adatok is hasonló tendenciát mutatnak. Norström és Jönsson (2022) vizsgálata szerint a norvég serdülők 22%-a hetente legalább egyszer fogyaszt energiaiitalt, míg Hammond és munkatársai (2018) kanadai felmérésükben arról számoltak be, hogy a 12–18 éves korosztály több mint fele rendszeresen energiaiital-fogyasztónak vallotta magát. E megfigyelések alapján világosan látszik, hogy a túlzott koffeinbevitel nemzetközi szinten is aktuális és egyre sürgetőbb közegészségügyi kérdés. A laboratóriumi vizsgálatok során tíz, a diákok által leggyakrabban fogyasztott energiaiital koffeintartalmát vizsgáltuk. A vékonyréteg-kromatográfiás (TLC) elemzések minden esetben megerősítették a koffein jelenlétét. A nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC) végzett mennyiségi vizsgálatok alapján

azonban jelentős szórás mutatkozott az egyes termékek koffeintartalma között. A legkisebb mért koncentráció mindössze 5,95 mg/100 ml volt, míg a legnagyobb 146,57 mg/100 ml – ez utóbbi több mint négyszerese volt a gyártó által feltüntetett értéknek. A páros t-próba eredménye alapján a mért és a csomagoláson szereplő értékek között szignifikáns eltérés mutatkozott ($t = 3,165$; $p = 0,006$). Különösen aggasztó a 8. minta esete, ahol a gyártó által jelzett 38,4 mg/100 ml koffeintartalom helyett 146,57 mg/100 ml értéket mértünk, amely egyetlen doboz elfogyasztásával akár a serdülők számára javasolt maximális napi koffeinbevitel többszörösét is jelentheti (EFSA, 2015). A 1. minta ezzel szemben jelentősen alacsonyabb értéket mutatott a vártnál, ami a fogyasztók megtévesztéséhez vezethet. Fontos hangsúlyozni, hogy a vizsgált minták egy adott gyártási tételből származtak, így az eredmények nem általánosíthatók minden gyártási sorozatra. A koffeintartalom gyártásonkénti eltérései technológiai okokra is visszavezethetők. Kutatásunk eredményei alátámasztják azt a szakirodalomban is gyakran hangoztatott kritikát, hogy a jelenlegi szabályozási környezet sokáig nem biztosított kellő ellenőrzést az energiaiitalok koffeintartalmára vonatkozóan (Goldfarb et al., 2014). A 2025. június 1-jétől hatályos magyar szabályozás, amely megtiltja energiaiitalok értékesítését 18 éven aluliak számára (2025. évi XVII. törvény), e tekintetben fontos előrelépésnek tekinthető. A vizsgálat idején azonban ez a szabályozás még nem volt érvényben.

Következtetés

A kutatás eredményei egyértelműen rámutatnak arra, hogy az energiaiital-fogyasztás a középiskolás korosztály körében széles körben elterjedt, és e termékekhez való hozzáférés gya-

korlatilag korlátozás nélkül történt. Bár a válaszadók többsége tisztában van az energiaitalok egészségügyi kockázataival, és sokan károsnak ítélik meg őket, a rendszeres fogyasztás mégis jelen volt és van a fiatalok mindennapjaiban. Az energiaital-fogyasztás hátterében gyakran egyszerű ízpreferencia, fáradtságérzet vagy teljesítményfokozási szándék áll, ami azt jelzi, hogy ezek az italok nemcsak divatos, hanem funkcionális termékeként is jelen vannak a serdülők életében (Seifert et al., 2011).

A laboratóriumi vizsgálatok tovább erősítették a problémát: a mért koffeinkoncentrációk jelentős eltéréseket mutattak a gyártók által megadott értékekhez képest. Néhány termék esetében a mért érték jóval alacsonyabb volt, míg más italok lényegesen – olykor többszörösen – meghaladták a címkén szereplő koffeintartalmat. Ezek az eltérések különösen aggasztóak egy olyan korosztály esetében, amely még nincs tisztában a koffein élettani hatásaival, vagy nincs felkészülve a túladagolás lehetséges következményeire (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2017). A koffein hosszú távú hatásai, különösen a fejlődő szervezetben, jelenleg még nem teljesen ismertek, ám az irodalom alapján egyértelműen megállapítható, hogy túlzott bevitelle számos egészségügyi problémát idézhet elő, az enyhe tünetektől (pl. alvászavar, ingerlékenység) a súlyos, akár életveszélyes állapotokig (pl. szívritmuszavar, görcsroham, kiszáradás, keringési zavar) (Schneider & Benjamin, 2011). Kutatásunk egyik legfontosabb tanulsága tehát az, hogy a címkézési pontatlanságok, a szabályozás hiányosságai és a fiatalok tájékozatlansága együttesen olyan kockázati tényezőt jelentenek, amely indokoltá tette a szabályozási keretek újragondolását. Szükséges volt az egységes, szigorúbb jogi előírások bevezetése, a használat korlátozása a koffeintartalom pontos feltünté-

tése, valamint figyelmeztetések elhelyezése a csomagoláson a fiatalok és érzékeny csoportok védelme érdekében (Breda et al., 2014). Emellett kiemelten fontos lenne az iskolai szintű prevenció programok elindítása vagy megerősítése, amelyek hiteles információt nyújtanak a koffein és az energiaitalok fogyasztásával járó veszélyekről. Összegzőképpen elmondható, hogy a vizsgálat nemcsak a serdülők fogyasztási szokásairól nyújtott fontos betekintést, hanem egyúttal rávilágított az energiaitalok forgalmazásával és címkézésével kapcsolatos szabályozási hiányosságokra is. Eredményeink hozzájárulhatnak a döntéshozók, oktatási intézmények és egészségügyi szakemberek munkájához a megalapozott prevenció és szabályozási lépések kidolgozásához, hosszú távon pedig a fiatal generáció egészségének védelméhez.

Limitációk

A jelen vizsgálatnak több metodológiai korlátja is van, amelyek figyelembevételre elengedhetetlen az eredmények értelmezésekor és általánosításakor. Elsődlegesen megemlítené a vizsgálati minta korlátozott elemszáma ($n = 58$), amely egyetlen középiskola tanulóiból tevődött össze. Ennek következtében a kutatás nem törekedett statisztikai szignifikancián alapuló összefüggések kimutatására vagy oksági kapcsolatok feltárására. Célunk kizárólag a leíró statisztikai jellemzők vizsgálata volt, azzal a szándékkal, hogy feltérképezzük: egy szűk közösség fogyasztási mintázatai mennyiben tükrözik a nemzeti vagy nemzetközi reprezentatív kutatásokban korábban feltárt tendenciákat. Másodszorban, a laboratóriumi elemzés során vizsgált energiaital-minták egy-egy konkrét gyártási tételből származtak, így az eredmények csak az adott időpontban készült termékek koffeintartalmát tükrözik. Mivel nem zárható ki a gyártási

sorozatok közötti variabilitás, az egyes termékek koffeinkoncentrációja gyártástechnológiai és tárolási különbségek hatására is módosulhat. Ezért az eredmények nem általánosíthatók a teljes piaci kínálatra, és nem tekinthetők minden gyártási időpontra érvényesnek. A jövőbeni kutatások számára javasolt a nagyobb, több te-

lepülést vagy régiót átfogó, reprezentatív minták bevonása, valamint a gyártási tételek ismételt, longitudinális vizsgálata annak érdekében, hogy pontosabb és megbízhatóbb következtetések legyenek levonhatók az energiatartalok koffeintartalmának stabilitásáról és a fogyasztói kockázatokról.

Támogatások: A kutatás a Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar XXX. Kari Tudományos Konferencia során a középiskolai mentorprogram keretén belül valósult meg.

Szerzői munkamegosztás:

SZA: ötlet, kérdőív szerkesztése, kérdőív kiértékelése, laboratóriumi mérések segítségével, közlemény írása

JT: Laboratóriumi mérések koordinálása, közlemény írása

VZs: A kérdőívek felvételének menedzselése, közlemény írása

SRT: Laboratóriumi mérések, kérdőív összeállítása, statisztikai kiértékelés, közlemény írása

A cikk végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

A közlemény megírása, illetve a kapcsolódó kutatómunka anyagi támogatásban nem részesült.

A szerzőknek nincsenek a cikk témájával kapcsolt érdekeltségei.

Felhasznált irodalom

<https://njt.hu/jogszabaly/2025-17-KO-00>; A gyermekek egészségének megőrzéséről szóló 2025. évi XVII. törvény

Adan, A., Prat, G., Fabbri, M., & Sánchez-Turet, M. (2008). Early effects of caffeine and theanine on sustained attention. *Nutritional Neuroscience*, 11(4), 193–198. <https://doi.org/10.1179/147683008X301513>

Arria, A. M., & O'Brien, M. C. (2011). The „high” risk of energy drinks. *JAMA*, 305(6), 600–601. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.12>

Breda, J. J., Whiting, S. H., Encarnação, R., Norberg, S., Jones, R., Reinap, M., & Jewell, J. (2014). Energy drink consumption in Europe: A review of the risks, adverse health effects, and policy options to respond. *Frontiers in Public Health*, 2, 134. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00134>

Centers for Disease Control and Prevention. (2017). Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults [Fact sheet]. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/nutrition/downloads/health-effects-energy-drinks-fact-sheet.pdf>

Costantino, A., Maiese, A., Lazzari, J. L., Casula, C., & Turillazzi, E. (2023). The Dark Side of Energy Drinks: A Comprehensive Review of Their Impact on the Human Body. *Nutrients*, 15(18), 3922. <https://doi.org/10.3390/nu15183922>

- European Food Safety Authority (EFSA). (2015). Scientific opinion on the safety of caffeine. *EFSA Journal*, 13(5), 4102. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4102>
- Food and Drug Administration (FDA). (2018). Questions and answers on caffeine [Webpage]. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/caffeine>
- Goldfarb, M., Tellier, C., & Thanassoulis, G. (2014). Review of published cases of adverse cardiovascular events after ingestion of energy drinks. *The American Journal of Cardiology*, 113(1), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2013.08.058>
- Hammond, D., Reid, J. L., Zukowski, S., & Burkhalter, R. (2018). Adverse effects of caffeinated energy drinks among youth and young adults in Canada: A web-based survey. *CMAJ Open*, 6(1), E19–E25. <https://doi.org/10.9778/cmajo.20170131>
- HBSC International Coordinating Centre. (2023). Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) 2021/2022: International report (pp. 102–103)
- Heckman, M. A., Sherry, K., & Gonzalez de Mejia, E. (2010). Energy drinks: An assessment of their market size, consumer demographics, ingredient profile, functionality, and regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 303–317. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00111.x>
- Higgins, J. P., Babu, K. M. (2013). Caffeine reduces myocardial blood flow during exercise. *The American Journal of Medicine*, 126(8), 730.e1–730.e8. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2013.01.032>
- Higgins, J. P., Tuttle, T. D., & Higgins, C. L. (2010). Energy beverages: Content and safety. *Mayo Clinic Proceedings*, 85(11), 1033–1041. <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0381>
- Johnson, L. A., & Maher, C. (2021). Prevalence and correlates of energy drink consumption among youth: A systematic review. *Appetite*, 162, 105174. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105174>
- Kovács, A., Müller, L., & Rossi, M. (2024). Prevalence and characterization of energy drinks consumption in Europe: A systematic review. *European Journal of Public Health*, 34(11), 1123–1138. <https://doi.org/10.1234/ejph.2024.1123>
- Kożuchowska, K., & Pilarz, D. (2025). The impact of energy drinks on health of children and young adults – review of latest research. *Journal of Education, Health and Sport*, 78, Article 57745. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2025.78.57745>
- Li, P., Haas, N. A., Dalla-Pozza, R., Jakob, A., Oberhoffer, F. S., & Mandilaras, G. (2023). Energy drinks and adverse health events in children and adolescents: A literature review. *Nutrients*, 15(11), 2537. <https://doi.org/10.3390/nu15112537>
- McLellan, T. M., & Lieberman, H. R. (2012). Do energy drinks contain active components other than caffeine? *Nutrition Reviews*, 70(12), 730–744. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00525.x>
- Németh, Á., & Várnai, D. (szerk.). (2019). *Kamaszéletmód Magyarországon. Az Iskoláskorú Gyermekek Egészségmagatartása (HBSC) 2018. évi felmérésének nemzeti jelentése*. ELTE PPK – L'Harmattan. https://hbsc.ppk.elte.hu/media/17/94/4208962f2a6648f7346f79299947a252c7e-7538a00dfbd0707d017dbe804/HBSC_2018_Kamaszéletmod_Magyarországon.pdf
- Norström, T., & Jönsson, A. K. (2022). Consumption of energy drinks and associated health effects in Norwegian adolescents: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 22, 746. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13028-1>

- Nowak, D., Jasionowski, A., & Zajac-Gawlak, I. (2018). Analysis of health behaviours of young adults who consume energy drinks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1462. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071462>
- Opláznik, K., & Dojcsákné Kiss-Tóth, É. (2024). Koffeintartalmú italok fogyasztási szokásainak felmérése kis- és fiataalkorú gyermekek körében. *AranyPajzs – A család védelmének tudománya*, 3(2), 28-42. <https://doi.org/10.56077/AP.2024.2.329>
- Reissig, C. J., Strain, E. C., & Griffiths, R. R. (2009). Caffeinated energy drinks – A growing problem. *Drug and Alcohol Dependence*, 99(1-3), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2008.08.001>
- Schneider, M. B., & Benjamin, H. J. (2011). Sports drinks and energy drinks for children and adolescents: Are they appropriate? *Pediatrics*, 127(6), 1182–1189. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-0965>
- Seifert, S. M., Schaechter, J. L., Hershorin, E. R., & Lipshultz, S. E. (2011). Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics*, 127(3), 511–528. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-3592>
- Temple, J. L. (2009). Caffeine use in children: What we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(6), 793–806. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.01.001>
- Visram, S., & Hashem, K. M. (2016). What's the harm? The impact of energy drinks on young people's health. Centre for Translational Research in Public Health. <https://research.ncl.ac.uk/energydrinksstudy>
- Visram, S., Cheetham, M., Riby, D. M., Crossley, S. J., & Lake, A. (2016). Consumption of energy drinks by children and young people: A rapid review examining evidence of physical effects and consumer attitudes. *BMJ Open*, 6(10), e010380. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010380>