

Uhljar Janka, Musza Katalin, Schusztar Gábor

Egy újabb renghagyó laboratóriumi gyakorlat az Irinyi János OKKV-n – 2025. Csongrád-Csanád vármegyei középöntő

Egy korábbi cikkünkben [1] már bemutatunk három olyan laboratóriumi gyakorlatot, amelyek eltértek a versenyen hagyományosnak tekinthető sav-bázis titrálástól és az ún. ionvadászattól (reagens nélküli minőségi analízis). Ebben az írásunkban részleteztük, hogy miért tartjuk előnyösebbnek előre nem közölt, inkább a diákok problémamegoldási készségét és szövegértését igénylő gyakorlatok elvégzését. A fő szempontunk az volt, hogy kiegyenlítettebb feltételek mellett értékeljük a versenyzők természettudományban (is) releváns kvalitásait, függetlenül attól, milyen lehetőségeik voltak a saját iskolájukban előzetes kísérletek elvégzésére. Cikkünkre reflektálva néhány kémia tanár kollégánk aggodalmát fejezte ki arra vonatkozóan, hogy előre nem tisztázott típusú gyakorlatokra a diákok kevesebbet fognak készülni, illetve kevesebb sikerélményük lesz a gyakorlati fordulón. Emellett nincsenek meggyőződve a verseny kiegyenlítettségéről sem, ugyanis mivel a felszerelt iskolák többféle kísérletet tudnak elvégezteni a diákjaikkal, ezért véleményük szerint a jártasságuk nagyobb előnyt jelent egy ismeretlen gyakorlati feladat elvégzésénél is. [2]

Ezen felbuzdulva kíváncsiak voltunk arra, hogy az általunk kitalált laborgyakorlatok valóban csökkentik a szakadékot a jobban és a kevésbé felszerelt iskolák diákjai között. Az 57. Irinyi János OKKV Csongrád-Csanád vármegyei fordulójára összeállított laborgyakorlatot, a versenyzők visszajelzéseit, valamint az elért eredményüket elemezzük írásunkban.

A laborgyakorlatról

A laborgyakorlat összeállítása során, a következő szempontokat vettük figyelembe:

1. a szükséges eszközök és vegyszerek legyenek könnyen beszerezhetőek, megfizethetőek és „tömeggyártásban” is előállíthatóak (kb. 50 fővel számoltunk);
2. a kísérlet legyen egyszerűen kivitelezhető, reprodukálható;
3. legyen a diákok tudásszintjéhez igazított;

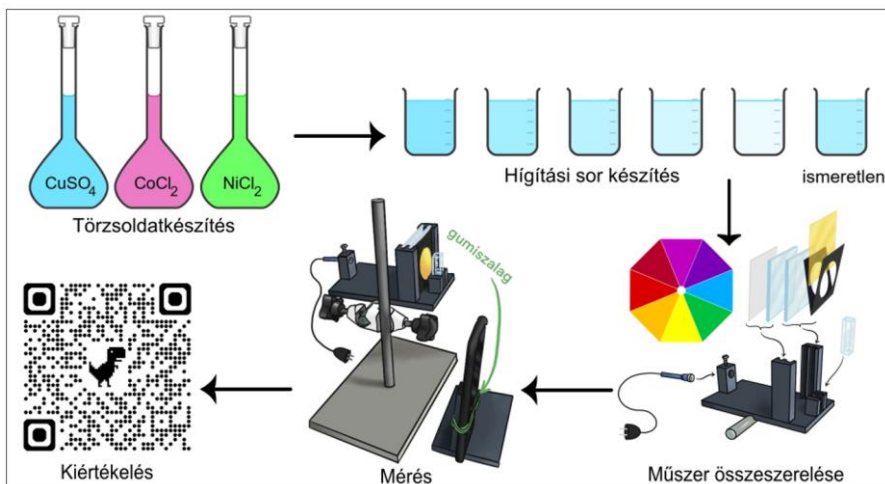
4. nagy valószínűséggel ne találkozzanak vele iskolai keretek között;
5. legyen gyakorlatorientált és valamilyen műszert kelljen használni;
6. a feladat elvégzéséhez egy matematikai egyenletet/képletet/függvényt kelljen alkalmazni;
7. és végül, de nem utolsósorban, más természettudományból hozott ismerettel legyen összekötve.

Az első három pont indokoltsága valószínűleg egyértelmű a kollégáknak. A negyedik ponttal, a bevezetőben leírtak alapján, ki akartuk küszöbölni az adott kísérlettípusban lévő jártasságot, így mérve a tanulók problémamegoldó képességét. Ennek támogatását szolgálja az 5. pont is, ugyanis a későbbi tanulmányaik során (vagy akár csak az élet más aspektusaiban) is ezekre a kvalitásokra szükségük lesz. Véleményünk szerint a 6. pontnak egyrészt azért van nagy jelentősége, mert sokszor tapasztaljuk azt, hogy matematikai tudás nélkül bármilyen természettudomány „elvérzik”. Másrészt fontos üzenet a diákok számára, hogy a természettudomány különböző ágai nem szeparálhatóak el teljesen egymástól. Ezt tovább erősíti az utolsó pont, ami segíti a különböző tantárgyaknak a kémiába történő integrálását.

A 2025. évi laborgyakorlatunkat a spektrofotometria ihlette. [3] Az alapötlet szerint egy kiadott színes oldat koncentrációját kell meghatározni úgy, hogy először hígítási sort kell készíteni, az oldatoknak egy telefonos alkalmazással meg kell mérni az „abszorbanciáját”, majd egy kalibrációs egyenest kell felvenni. Természetesen amellet, hogy egy érdekes és eddig feltehetően nem látott kísérletet végeznek el a diákok, tanító jellegűnek is szántuk a gyakorlatot. A célja az volt, hogy bemutassuk a versenyzőknek, hogy a fény (mint elektromágneses hullám) kölcsönhatásba lép az oldatokkal, emiatt kvantitatív és kvalitatív adatokat is kinyerhettünk. A versenyzők egyszerre vizsgálták kvalitatívan az oldatokat, hiszen fénytani szempontból megtudhatták, hogy egy adott oldatnak miért olyan színe van amilyen, és miért kell színszűrőként annak komplementer színét választani. Illetve kvantitatív információt is kinyertek, ugyanis a hígítási sor összes tagjához ugyanazt a színszűrőt használták, mégsem ugyanazt mérték, mert az átjutó fény mennyisége koncentrációfüggő a Lambert–Beer-törvény értelmében.

A gyakorlat műveleti lépéseit az 1. ábra mutatja be. Minden 9.-es versenyző kapott egy ismert koncentrációjú törzsoldatot, míg a 10.-

eseknek ezt szilárd kristályvizes sóból saját maguknak kellett elkészíteni. Ebből a törzsoldatból hígítási sort készítettek, illetve előzetesen megkapták az ismeretlen koncentrációjú, meghatározandó oldatot is. A részletes összeszerelési útmutató alapján a versenyzők összerakták a berendezést, majd megmérték az oldatokon áthaladó fény intenzitását. Ezeket az adatokat egy QR-kódon keresztül elérhető internetes oldalra felvitték, ahol megkapták a kalibrációs egyenes egyenletét, aminek segítségével kiszámolhatták az ismeretlen koncentrációt. A gyakorlat minden lépésén egy képekkel illusztrált leírás vezette végig a versenyzőket. Ez a szakirodalomhoz hasonló, számukra ismeretlen tárgykörű szöveg értelmezésével kapcsolatos képességeket mérte.



1. ábra. A laborgyakorlat munkafolyamata

A két kategória (évfolyam) között a nehézségi szintet többféleképpen differenciáltuk. Az egyik ilyen megoldás a törzsoldatkészítés volt, ahol a plusz műveleti lépés okosabb időbeosztást is igényelt a II. kategória versenyzőitől. Emellett szükség volt kristályvizes sóval való számításokra és a találmányosságukra is, ugyanis az elkészítendő oldatok koncentrációit a szöveg megadta, de a térfogatot nekik kellett leolvasni a rendelkezésre álló lombikról, továbbá az általuk kiszámolt só tömegét is nekik kellett bemérni.

A hígítási sor elkészítéséhez az 1. táblázat szolgált információkkal a versenyzők számára. Az első oszlopban a főzőpoharak sorszáma, a másodikban az elkészítendő oldatok koncentrációja, a harmadikban az ehhez szükséges hígítandó térfogat cm^3 -ben, majd az oldatokhoz tartozó fényintenzitás (amit a telefonos alkalmazás L (mint lux vagy lightness) betűvel jelölt, így következetesen mi is így kértük) szerepelt. A 0. sorszámu folyadék tiszta desztillált víz volt, melynek pedagógiai célja a természettudományokban általánosan alkalmazott referencia-mérés szükségességének bemutatása, hiszen a fényelnyelés mértékének kvantitatív vizsgálata során a hasonlítási alap megléte kiemelt fontosságú. A telefonos applikáció segítségével mért adatokból a 10.-eseknek ki kellett számolni az utolsó két oszlop tartalmát. A 9.-eseknek nem kellett logaritmust számolniuk, ezt az internetes alkalmazás elvégezte helyettük. Ennél a feladatnál azt mértük, hogy a diákok tudnak-e tájékozódni egy táblázatban, hígítást számolni, értelmezni a jelöléseket és alkalmazni a szükséges matematikai ismereteiket.

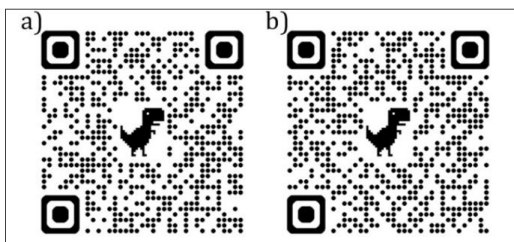
A kitöltött feladatlapok alapján a versenyzők 10%-a (5 fő) akadt el a (L_0/L) hányados kiszámolásánál, továbbá a 10.-esek 12%-a (4 fő) a logaritmus számolását nem tudta értelmezni, noha a pH-számítás ismerete a versenykiírásban szerepel.

#	$c_{\text{oldat}}/\text{mol}/\text{dm}^3$	$V_{\text{törzs}}/\text{cm}^3$	L	$\frac{L_0}{L}$	$\log_{10}\left(\frac{L_0}{L}\right)$
0	0	0		–	–
1	0,05				
2	0,10				
3	0,15				
4	0,20				
5	0,25				
Ismeretlen oldat					

1. táblázat. A kísérlet tervezése, a mérések kivitelezése és azok kiértékelése során kitöltendő táblázat

A mérőműszer összeszerelése után következett a mérés, amihez le kellett tölteniük a leírásban megadott alkalmazást a telefonjukra. Ehhez kiépítettünk egy olyan wifi-hálózatot, ami elbír ekkora terhelést is. A vármegyei forduló előtt két héttel tájékoztató levelet küldtünk minden felkészítő tanárnak, amiben jeleztük, hogy telefont kell a gyakorlat során használni, ezért a gyerekek hozzák magukkal a mobiltelefonjukat, legyen náluk töltő valamint a telefon tárhelyén elegendő szabad kapacitás. (Az is szerepelt a levélben, hogy aki nem tud telefont hozni, jelezze, és biztosítunk számára, de ilyen igény nem jelentkezett.) A gyakorlat kidolgozása során teszteltük, hogy a mérések telefonfüggetlenek legyenek, vagyis se a telefon szoftvere (Android vagy Apple termékeken futó iOS), se a két típusra letölthető, különböző, ingyenes alkalmazás (Color Meter-Android, xade finder|Colorimeter-iOS) ne befolyásolja a mérési eredményeket. Az appok használatát képekkel illusztráltuk, ahol nem csak a kezelését, de a helyes mérés menetét (jó pozíció, folyadékszint a küvetében stb.) is bemutattuk.

A mért adatokat a táblázatba kellett beírni, el kellett végezni velük az osztást és a logaritmizálást (csak 10. évfolyamon), majd a számolt adatokat fel kellett vinni az előzetesen megszerkesztett *GeoGebra* programba, ahová a 2. ábra QR-kódjai irányították a versenyzőket. A két kategóriának külön kiértékelő algoritmust írtunk, hiszen a 9.-eseknek nem kellett logaritmust számolniuk. Az adatokból a program megadta a kalibrációs egyenes egyenletét, amit a feladat során konzekvensen kalibrációs függvénynek hívtunk, ugyanis a koordináta geometriában definiált egyenes egyenletét csak 11.-ben tanulják a diákok. [4]



2. ábra. a) 9. osztály QR-kódja, b) 10. osztály QR-kódja

A *GeoGebra*-ban kapott függvény hozzárendelésében azonosítaniuk kellett a meredekséget és a tengelymetszetet, majd a megfelelő jelölésre át kellett írniuk a függő és független változókat az (1) egyenlet szerint:

$$\log_{10} \left(\frac{L_0}{L} \right) = m \cdot c + b$$

Ebben az alakban könnyebben felismerhették, hova kell behelyettesíteni az ismeretlen koncentrációjú (c) oldatból származó adatot, amiből mérlegelv alapján megkaphatták a keresett koncentrációt. Utolsó feladatként pedig (ez a 9.-eseknek bónusz feladat volt plusz pontért) a kiszámolt koncentrációból meg kellett határozniuk, hogy vajon milyen hígításban készítette el számukra az ismeretlen oldatot a technikus.

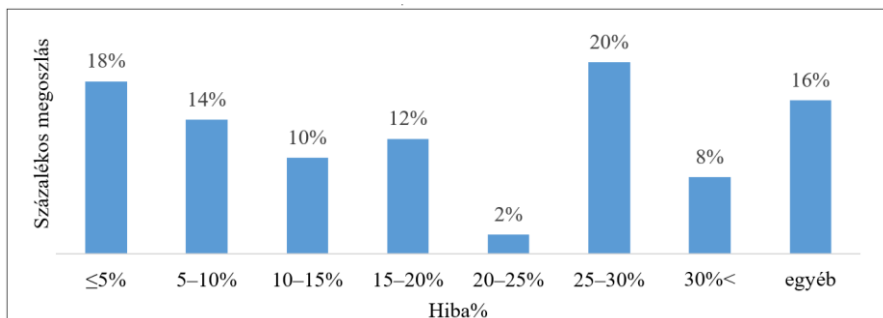
Versenyeredmények bemutatása

A versenyen 25–25 diák jelent meg évfolyamonként. A felkészítő tanároknak kiküldött tájékoztatóban, amiben kiemeltük a telefon szükségességét is, leírtuk azt is, hogy nem titrálási gyakorlatot kell elvégezniük a versenyzőknek. A feladatlapokat PhD hallgatók és tanárszakos hallgatók bevonásával még aznap javítottuk, és a helyszínen eredményhirdetést tartottunk. Az eredményhirdetés előtt egy online kérdőívet töltettünk ki a részt vevő diákokkal, ami az iskolájuk adta lehetőségekre, a családi háttérükre, a kémia iránti elköteleződésükre, a versenyre való felkészülésükre és a laborgyakorlatról kialakított személyes véleményükre irányult. Ezt a kérdőívet 46-an töltötték ki az 50-ből, és válaszaikat a versenyen kapott kód alapján össze tudtuk kötni a versenylapukkal, így biztosítva az anonimitást.

	<10%	10–30%	30–50%	50–70%	70–90%	90%≤
I. kat.	1 fő	4 fő	6 fő	7 fő	4 fő	3 fő
II. kat.	0 fő	1 fő	3 fő	10 fő	9 fő	2 fő

2. táblázat: A laborgyakorlat eredményeinek százalékos megoszlása

A laborgyakorlat százalékos eredményét (2. táblázat) tekintve azt gondoljuk, hogy a feladat egy versenyhez híven alkalmas volt az indulók tudásszintjének differenciálására; a résztvevők többsége közepesen teljesített, és csak kevés olyan versenyző volt, aki nagyon rosszul (<10%) vagy nagyon jól (90%≤) szerepelt.



3. ábra. A telefonos mérésekből kapott koncentráció eltérése a valótól

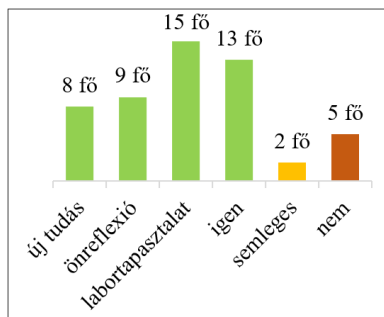
Ha csak a fotometriás mérés pontosságát tekintjük – noha egy ilyen berendezéssel számíthatunk rá, hogy nem lehet olyan pontos mérést végezni, mint egy valódi spektrofotométerrel – a 3. ábrán látható, hogy a diákok több, mint fele 20% alatti eltéréssel, 18 százalékuk pedig legfeljebb 5% eltéréssel mért. (A feladat összeállításához szükséges előzetes, PhD hallgatók által mért eredmények a $\leq 5\%$ kategóriába tartoztak, azaz a gyakorlatot megfelelően elvégezve ilyen pontosság biztosan elérhető volt.) A versenyzők 16%-ának a mérése értékelhetetlennek minősült, amelynek fő oka a hígítás számolásának elvi hibája, vagy a méréshez leírt instrukciók be nem tartása volt.

Örült Vélemény \	igen	nem	
pozitív	32 fő (70%)	10 fő (22%)	→ 92%
negatív	2 fő (4%)	2 fő (4%)	→ 8%
	↓ 74%	↓ 26%	

3. táblázat. Sor: Összességében milyen véleménnyel volt? Oszlop: Örült, hogy nem titrálást kellett elvégeznie?

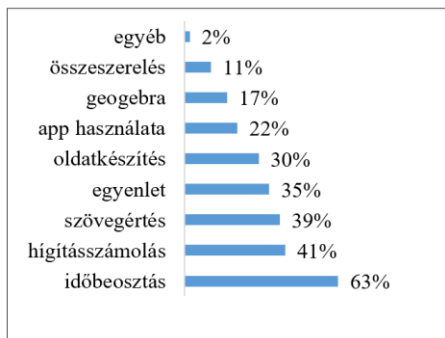
A laborgyakorlattal kapcsolatban megkérdeztük a versenyzőket, hogy *örültek-e annak, hogy nem titrálási feladatot kellett elvégezniük*. A válaszolók közel háromnegyede igennel felelt. Kíváncsiak voltunk, összességében milyen benyomásuk volt az általunk kitalált gyakorlattal

kapcsolatban. Itt két kérdést vettünk figyelembe: tetszett-e nekik, illetve tudnak-e valamit hasznosítani belőle (3. táblázat). Ez utóbbi kérdésre adott válaszokat kategorizáltuk, azonban voltak, akik nem fejtették ki bővebben a gondolataikat (4. ábra).



4. ábra. Hogy érezte, tud valamit hasznosítani a versenyen elvégzett kísérletből?

Arra is megkértük őket, válasszák ki, saját bevallásuk szerint a laborgyakorlat elvégzése közben mely műveletek jelentettek leginkább kihívást (5. ábra) számukra.



5. ábra. Mi okozta a legnagyobb kihívást a kísérlet elvégzése közben?



6. ábra. Mi az, ami a legjobban tetszett az elvégzendő kísérletben?

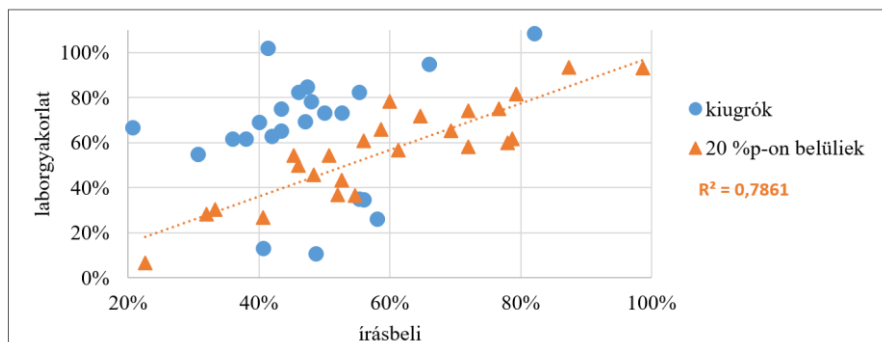
A válaszadók többségének ezt az időbeosztás jelentette, de kb. 40%-nak a hígításhoz szükséges számolás és a szövegértés is problémás volt. Közel a harmaduknak nehézséget okozott a kalibrációs függvényből kiszámolni az ismeretlen koncentrációt és elkészíteni a hígítási sort (az

ehhez szükséges ismeretek egy titrálás során is előkerülnek). A 6. ábrán azon válaszok kategorizálása látható, amit a *legjobban tetszett a gyakorlatban* kérdésre adtak. Mivel itt nem előre megadott válaszokat kellett bejelölniük, hanem nekik kellett szövegesen kifejtteni a véleményüket, a százalékos megoszlás eltérése kisebb az 5. ábra adataihoz képest. Ami többeknek tetszett, az a telefonhasználat beépítése volt, de örültek az új elméleti információnak is. A válaszadók 13%-a pedig magától emelte ki, hogy legjobban az tetszett neki, hogy a gyakorlat nem hasonlított az eddig tapasztalt iskolai kísérletekhez.

A kérdőívben kérdéseket tettünk fel a versenyre való felkészülésre vonatkozóan is. Minden válaszhoz egy számot rendeltünk és ezek összegét tekintettük az előzetes felkészülés mértékének (részleteket ld. a *Mellékletben*). Pearson-féle korrelációs teszttel függetlenségvizsgálatot végeztünk, az így kapott összeg (felkészülés mértéke) és az írásbelin, illetve a laborgyakorlaton elért százalékos eredmények között. A teszt szerint két változót függetlennek tekintünk, ha p értéke legalább 0,05. (Elsőfajú hibára 5%-ot engedünk meg.) A teszt elvégzésével az írásbeli-felkészülés adatpárra $p=0,0699$, míg a labor-felkészülés adatpárra $p=0,3631$ kaptunk eredményül. Hasonlóan összevetve az írásbeli-labor adatpárokat $p=0,0114$. Vagyis az első két esetben feltételezhetjük a függetlenséget. Ugyanakkor, míg az írásbeli eredmények esetében a p értéke közel esik a határhoz, addig a laboreredmények jobban meghaladják azt. Eszerint a célunkat, hogy a kísérleti munkára való célirányos felkészítésből fakadó előnyt csökkentjük, azaz az iskolák felszereltsége kevésbé legyen mérvadó, egyértelműen sikerült elérni. Ezzel szemben az írásbeli és a laborgyakorlat eredményei összefüggésben állnak, ami azt jelenti, hogy aki jól szerepelt a verseny elméleti területén, az általában a más képességeket mérő feladatban is eredményes tudott lenni.

Részletesebben megvizsgálva az utóbbi összefüggést, a versenyzőket két csoportra bontottuk (7. ábra): az első csoportba (▲ jelölő) azok tartoznak, akiknek az írásbelin és laborgyakorlaton elért százalékos eredményei közötti különbség legfeljebb 20 százalékpont (27 fő), a másik csoportba azok, akiknek ennél több (● jelölő, 23 fő). A kiugró adatok 78%-a (18 fő) a laborgyakorlaton több, mint 50%-ot ért el, míg az írásbelin ezt tipikusan nem érte el, amiből arra következtethetünk, hogy az írásbelin erősen megkövetelt elméleti tudás nélkül is jól

teljesíthető volt a gyakorlat. Az is jól látszik, hogy a kémia gyakorlati és elméleti oldalaiban való jártasság sok diáknál nem jár együtt. Noha a „jó vegyész lesz” jelzöt rendszerint az elméleti részben jól teljesítőkre szokták érteni, ez a diagram egy másfajta megközelítésre is okot ad, miszerint egy diák lehet eredményes egy gyakorlati kémiai probléma megoldásában attól függetlenül, hogy az elméleti versenypéldák megoldására „mennyire áll rá az agya”. Aki viszont kiemelkedően magas pontszámot ért el az írásbelin, tehát nagy elméleti háttértudással rendelkezik, annak a gyakorlata is magas pontszámú lett.



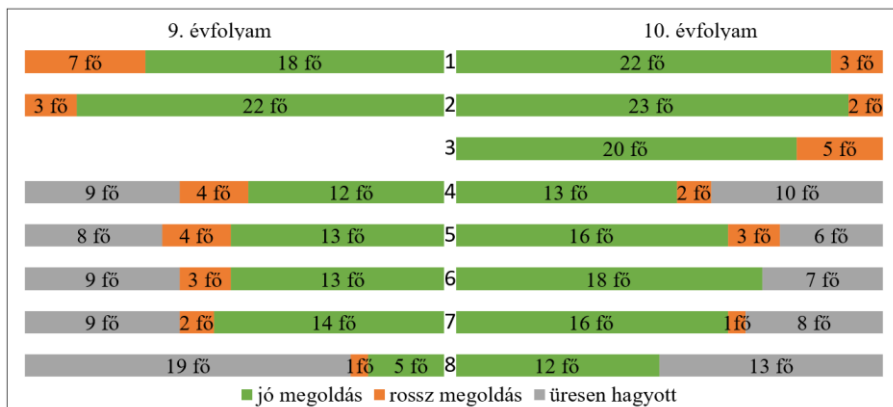
7. ábra. A laborgyakorlaton elért eredmények összefüggése az írásbelin nyújtott teljesítménnyel

Mint ahogy már említettük, nem célszerű elhanyagolni a diákok matematikai ismeretének fejlesztését. Amit érdemesnek tartunk e téren bemutatni, hogy a laborgyakorlaton hogyan teljesítették a matematikai gondolkodást, fogalomismeretet vagy eszköztárt igénylő feladatokat. Ezek rendre a következőképpen jelentek meg a feladatlapon:

1. hígítás számolásának elve;
2. táblázatban való tájékozódás, annak értelmezése, így a megfelelő számokkal elvégzett osztás,
3. az előző pontban számolt eredmény logaritmusának számolása;
4. a kalibrációs egyenesből származó függvény meredekségének és tengelymetszetének meghatározása;
5. függő és független változók azonosítása;
6. megfelelő y -érték behelyettesítése az egyenletbe;
7. az egyenlet megoldása mérlegelvvel;

8. az ismeretlen koncentrációjú oldat hígításához szükséges törzsoldatterfogat kiszámítása, amihez egyfajta visszafelé gondolkodás szükséges.

A 8. ábra ezeknek a pontoknak a megoldási arányát mutatja. Emlékeztetőül: a 9. évfolyamosoknak nem kellett logaritmust számolniuk, illetve az utolsó feladat bónusz feladat volt, vagyis nem volt kötelező elvégezni. Látható, hogy a hígítás számolásánál és a táblázatban való tájékozódásnál akadtak nehézségek mindkét évfolyam részéről. Ahol pedig már a függvénnyel kellett dolgozni, onnan az üresen hagyott kérdések száma is megnőtt. Sajnos a felmérés módja miatt nem egyértelmű, hogy azért nem adtak azokra választ, mert nem tudták/értették a feladatot, vagy mert nem volt már rá idejük, hiszen a számoláshoz addigra el kellett végezniük a mérést.



8. ábra: Matematikai készségeket igénylő feladatok megoldási aránya

Az összefüggést a fent felsorolt pontok teljesítése és az írásbeli számolási részének eredménye között szintén Pearson-féle függetlenségi teszttel vizsgáltuk meg, melyre $p = 8,062 \cdot 10^{-4}$ értéket kaptuk. Tehát összefüggés mutatkozik a laborgyakorlathoz szükséges matematikai készségek és az általában típusfeladatokra épülő kémiai számítások elvégzésének elvi háttere között, azaz aki a típuspéldákat értve oldja meg, az könnyebben kezeli ugyanazt a matematikai problémát egy eddig nem tapasztalt kontextusba ágyazva.

Összegzés

Az 57. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Csongrád-Csanád vármegyei fordulójának laborgyakorlata során ismét eltértünk a hagyományostól, titrálás helyett egy spektrofotometriai elvű mérést kellett elvégezni a versenyzőknek, ami a problémamegoldóképességen túl a stresszkezelést, a szövegértést és a természettudományokhoz szükséges matematikai készségeket is mérte. A konkrét gyakorlat előzetesen nem került ismertetésre, így feltételeztük, hogy ez hozzájárulhat a versenyzők iskola adta felkészülési lehetőségek közötti különbségek kompenzálásához is.

Ez utóbbi igazságtartalmának felderítésére idén felmérést végeztünk, amely a versenyen elért eredményeken és a versenyzők kérdőíves válaszain alapult. Ennek eredményeképpen kimutattuk, hogy a versenyzők nagy része örült az ismeretlen, iskolában nem tapasztalt, gondolkodtató gyakorlatnak, saját bevallásuk szerint új ismeretet, labortapasztalatot és önreflexiót tanultak belőle. Pearson-féle függetlenségvizsgálattal tesztelve, a laborgyakorlaton és az írásbeli részekben elért eredmények függetlenek a felkészülés mértékétől (ez még látványosabban igaz a gyakorlat esetén), viszont a két részen elért eredmények között feltételezhető az összefüggés, azaz a jó elméleti alap sok esetben sikeres gyakorlati munkával járt. Ugyanakkor azt is kiemeljük, hogy sok diáknak gondot okozhat az elméleti versenypéldák megoldása, de ettől még kifejezetten jól teljesíthetnek egy kémiai témájú, komplex hozzáértést mérő laborgyakorlaton.

A laborgyakorlat megoldásához szükséges matematikai készségek eredményei rávilágítanak, hogy a diákok tudását ezen a területen is érdemes fejleszteni, ugyanis összefüggés mutatkozik ez és az írásbeli résznek a számolási feladatokra szerzett pontjai között.

Végezetül pedig ezek az eredmények megerősítettek bennünket abban, hogy az újítást szívesen fogadják a versenyzők, tanulnak, tapasztalnak és gazdagodnak belőle, így jövőre is valami rendhagyóval tervezünk készülni.

Irodalom

- [1] Musza Katalin, Schuszter Gábor (2024): *Rendhagyó laboratóriumi gyakorlatok az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenyen*, Középiskolai Kémiai Lapok 2024/4. LI. évfolyam 348–363.
- [2] Varga Bence (2024): *Az Irinyi-verseny laborgyakorlatáról – egy másik nézőpontból*, Középiskolai Kémiai Lapok 2024/5. LI. évfolyam 436.
- [3] Thomas S. Kuntzleman, Erik C. Jacobson (2016): *Teaching Beer's Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol*, Journal of Chemical Education, 97(7), 1249–1252.
- [4] Emberi Erőforrások Minisztériuma (2020): *Kerettanterv a gimnáziumok 9–12. évfolyama számára (Matematika 9–12. évfolyam)*. Oktatási Hivatal 27.

Melléklet a kérdőív válaszaikra adott pontozásról

A versenyzőknek feltett kérdéseket és azok válaszlehetőségeit az alábbi táblázat foglalja össze. A felkészülés mértékének a válaszokra adott pontoknak a feltüntetett módon vett összegét tekintettük.

Milyen tantervű osztályba jársz?		
Tagozatos: humán szakra	0	A bejelöltnek megfelelő pont.
Tagozatos: idegen nyelvi szakra		
Arany János Tehetséggondozó Program	1	
Tagozatos: matematika szakra		
Tagozatos: természettudományi szakra		
Jársz-e kémiából... (több válasz is megjelölhető)		
• Szakkörre (csoportos különóra) • Tehetséggondozásra (egyedül veled foglalkozik a tanár) • Magántanárhoz (fizetsz a személyesen vagy videóhívásban tartott óráért) • Online felkészítőre (tanár nélküli digitális tananyag)	Legalább két igen válasza → 2 Pontosan egy igen válasz → 1 Nem járok hasonlóra → 0	
Hallottad-e már bármelyik tanárodtól, hogy utal a következőkre?		
• A természettudományok nem függetlenek egymástól. • A valóságban olyan komplex folyamatok zajlanak le, aminek megértéséhez szükség van az összes természettudományi ágra. • A most tanultak más tantárgyban is előkerülnek/előkerültek már. • Stabil matematikai tudás nélkül egyik természettudományt sem lehet magas szinten művelni. • Ha természettudományi irányba tanulsz tovább, akkor legalább emelt szintű matematikai ismeretekre is szükség lesz.		
Soha nem beszéltek ilyesmiről	0	A válaszokra kapott pontok átlaga.
Talán mintha említették volna	1	
Néha szóba került	2	
Gyakran említettek hasonlókat	2	
Hogyan készültél a versenyre?		
• A versenyzők összeültek a kémiatanárral. • Végeztünk számomra új tanulói kísérletet. • A tanár bemutatott kísérletet. • A tanár a tanórákon tanultakon felül több elméleti ismeretanyagot adott át. • A tanárral a tanórákon tanultakon felül új típusú számolást oldottunk meg. • A tanárral megnéztük az előző évek feladatlapjait. • Otthon gyakoroltam egyedül. • A szüleim segítettek a feladatok megoldásában.		
Egyszer sem	0	A válaszokra kapott pontok átlagának kétszerese.
Egy alkalommal	1	
Pár alkalommal	2	
Sok alkalommal	3	
Tudtad előre, hogy titrálás helyett valamilyen más laborgyakorlatot kell elvégezned a versenyen?		
Nem, ezért bestresszeltem magam az elvégzése közben.	0	A bejelöltnek megfelelő pont.
Nem, de nem izgultam az elvégzése közben.		
Igen, az elvégzése közben stresszeltem is rajta végig.	1	
Igen, stresszeltem előtte, de a gyakorlat közben megnyugodtam.		
Igen, egyáltalán nem is izgultam miatta.	2	