



A cikkben szereplő összes illusztráció a középiskolásoknak szánt, Laborkaland elnevezésű oktatónapon készült. Fotó: Lovász Csaba
All illustrations of this article were taken during the programme called Laborkaland for high school students. Photo: Csaba Lovász

Általános - és középiskolás diákok kémia- és fizikaoktatása élelmiszer-vizsgálati kísérletek segítségével

Kulcsszavak (a címben szereplők kivételével): ellenállás, forráspont, koncentráció, pH-mérés, sűrűség

1. Összefoglalás

A fizika és kémia iskolai oktatásában a kísérleteknek meghatározó jelentősége van. A diákok szívesen veszik, ha a kísérletek anyaga a számukra is jól ismert valamilyen élelmiszer. 10 egyszerű, fizikai, kémiai és érzékszervi jellegű kísérlet kerül leírásra. A vizsgált élelmiszerek: cukor, konyhasó, tojás, tej, vaj, margarin, zsír, citromlé, almalé, ecet, sütőpor, szójababkarbóna.

2. Bevezetés

Úgy véljük, hogy a természettudományos tárgyak oktatásában meghatározó szerepe van a kísérletek bemutatásának is. Ha a kémiai és fizikai kísérletek – a két tárgy között természetesen nincs éles határ – meghatározó részét képezik az oktatásnak, akkor a diákok jelentős részének érdeklődését jobban fel lehet kelteni, a gyakorlati életből vett példákkal, feladatokkal, szemléltetéssel pedig eredményesebb lesz az oktatásunk. A tanulók tudásanyaga javul, logikai készségük a megfigyelésekből levonható következtetések által fejlődik, csiszolódik az értelmük, és a diákok nagyobb kedvvel vesznek részt az órákon, szívesebben foglalkoznak az adott tárgy ismeretanyagával.

Ma a korszerű és tudományos jellegű élelmiszer-vizsgálatok meglehetősen komplex tevékenységet jelentenek, hiszen az alapvető elváráson (egészségi ártalmatlanság kritériuma, azaz az ún. food safety) túl érzékszervi, tömeg- és térfogatmérésen alapuló, összetételi (analitikai), a csomagolás és jelölést elbíráló, valamint speciális (mikrobiológiai, toxikológiai és radiometriai) vizsgálatokat igénylő minősítési eljárásokat is magukba foglalnak. Nem menve bele a részletekbe, annyit azonban mindenképpen szeretnénk kihangsúlyozni, hogy a mai műszeres analitikában – az összetétel meghatározására szolgáló mérés technikákat illetően – a fizikai mérési eljárások

(pl. NIR-NIT technika, dielektrometria, radioanalitika, viszkozimetria) egyre inkább teret hódítanak [1][2][3][4][5][6][7][8][9], sőt a gyors, fizikai módszerek (pl. konduktometria) a mikrobiológiában is széleskörű alkalmazást nyertek. Ezen fizikai technikáknak alapvető előnye a kémiai eljárásokkal szemben abban rejlik, hogy vegyszert nem igényelnek, gyors, roncsolásmentes vizsgálatokat tesznek lehetővé, ami - on-line ill. on-stream kapcsolat esetén - teret enged az ún. kémiai gyártásirányításra, az összetétel mérésén (pl. hűsítőanyagban töltelék arány gyártása) alapuló (kémometria) szabályozásra is az ipari élelmiszer-termelésben. A következőkben 10 egyszerű, az élelmiszervizsgálatokhoz kapcsolódó kísérletet mutatunk be (írunk le), amelyek különösebb gond nélkül elvégezhetők egy normálisan felszerelt, fizikai és kémiai kísérletek lefolytatására alkalmas iskolai laboratóriumban. Valamennyi kísérlet értékelése során természetesen fel kell hívni a figyelmet a munka- és balesetvédelmi szabályokra, és a legfontosabb természettudományos törvények alkalmazására, azok érvényességére. Azaz a kísérletek eredményeit az energiamegmaradás, az energiaátalakulás és az energiaminimumra (egyensúlyi állapot) való törekvés törvényei alapján kell értelmeznünk. Arra is rá kell mutatnunk, hogy a fizikát és a kémiát nem megtanulni kell (ez nem memoriter, nem vers), hanem megérteni, törekedve a feltárt összefüggések helyes értelmezésére. S bár már hangsúlyoztuk, hogy messze nincs éles határ a fizika és a kémia között – erre utal egyébként a fizikai-ké-

¹ Budapesti Ward Mária Általános Iskola és Gimnázium, 1056 Budapest, Irányi utca 3.

¹ Ward Maria School and Gymnasium, Budapest, 1056 Budapest, Irányi str. 3. szabo.andras@wardmaria.hu, andras.szabo@uni-corvinus.hu; izsak.margit@wardmaria.hu, izsakmargit@gmail.com; bozi.janos@wardmaria.hu, bozi.janos@ttk.mta.hu

mia terminológia is, amely a termodinamikát, reakció-kinetikát, elektrokémiát, kolloidikát s a reológiai fogja át – a 10 leírt kísérlet közül 5 inkább fizikai, 4 inkább kémiai jellegű, egy pedig az érzékszervi minősítéshez kapcsolódik. Ez utóbbi kísérlet – lévén a saját emberi bioszenzorok használatán alapul – inkább biológiai jellegűnek ítéltető. Ez utóbbi kapcsán érdemes megemlíteni, hogy a tanulók megkülönböztetett lelkesedéssel vesznek részt ilyen irányú – íz-felismeréses – vizsgálatokban, s talán érdemes lenne azt is felmérni, hogy van-e különbség a középiskolás és az egyetemi hallgatók között az átlagos ízküszöb-értéket illetően. Ismert ugyanis, hogy az individuális jellemzőkön túl az érzékelési képesség az életkortól is függ [10][11][12].

3. A javasolt fizikai és kémiai jellegű kísérletek leírása

3.1. Cukor elszénesezése tömény kénsavval

A cukor szénhidrát, amely elnevezés arra utal, hogy a molekulában csupán szén, hidrogén és oxigén atomok vannak s a hidrogén és oxigén aránya hasonló a vízben (H_2O) mérhető 2:1 arányhoz. Mivel a cc kénsav (H_2SO_4) erősen higroszkópos, azaz vízelvonó tulajdonságú sav, ezért ha egy főzőpohárba kristálycukrot ($C_{12}H_{22}O_{11}$) teszünk, amelyre óvatosan néhány ml tömény kénsavat öntünk, akkor a fehér cukor nagyon rövid időn belül elszíneződik, először sárga, majd fekete színűvé válik.

A kénsav olyan erősen nedvszívó, hogy még a kémiailag kötött vizet is képes elvonni a cukorból, ami lassan elszénesezik. A folyamat erősen exoterm, és a hőtermelés miatt a keletkező gőzök az elszénesező massa térfogatát jelentősen megnövelhetik. A hőleadó folyamat – a főzőpohár melegezése jól mutatja ezt, amelynek során hőmérővel is mérhető a hőmérséklet emelkedése – egyébként arra is felhívja a figyelmet, hogy miért nem szabad tömény kénsavba vizet önteni (hőfejlődés, kifröccsenés veszélye) s miért kell a kénsav hígítását mindig úgy végezni, hogy kénsavat öntünk vízbe (lassú sugárban, folyamatos keveréssel) és soha nem fordítva!

A kísérlet bemutatása során 3 dologra még mindenképpen érdemes felhívni a figyelmet. Az egyik, hogy a kísérletet más szénhidráttal is el lehet végezni, pl. szőlőcukorral ($C_6H_{12}O_6$). A másik, hogy kémiailag a kristálycukor és a porcukor ugyanaz (répacukor, ket-tős szénhidrát), de a nagyobb fajlagos felület miatt a porcukorral gyorsabb a reakció. S végül feltétlenül el kell mondanunk a hallgatóságnak, a remélhetőleg figyelő diákoknak, hogy ezzel a kísérlettel a cukor összetételét is bizonyítottuk, hiszen abból vizet vontunk el, szén maradt vissza, tehát az összetétele valóban szén-hidrát. Ha persze még marad idő, néhány szót arról is érdemes ejteni, hogy táplálkozásunkban mennyire fontosak a szénhidrátok, s ezen belül milyen arányban célszerű összetett (keményítő) és cukorszerű szénhidrátokat fogyasztani. Ahogy arról is, hogy mekkora az energiatartalma a szénhidrátoknak, és mitől is függ az energiatartalom.

3.2. Sóoldat és cukoroldat forráspontjának mérése

A vizsgálat a halmazállapot-változást kísérő energia-változásra (energiaigényre, lévén a forrás endoterm folyamat) is rámutat, illetve arra a tényre, hogy a forráspont nem csupán a külső légnyomás, de a folyadék töménységének is függvénye. Elég tömény só ($NaCl$) és cukor ($C_{12}H_{22}O_{11}$) oldat esetén (10 % felett) közönséges bothőmérővel is jól kimutatható a mérőlombikban forralt oldatok forráspont-emelkedése, összehasonlítva az oldatkészítésre használt csapvíz mért forráspontjával.

Célszerű a következőket kiemelni:

1. koncentráció szempontjából telítetlen, telített és túltelített oldatokról beszélhetünk
2. az anyagok oldódása eltérő mértékű, ezért van eltérés a telített oldat esetében a konyhasó és a répacukor koncentrációja között
3. a forráspont függ a légnyomástól, ha jelentősen a tengerszint feletti magasságon végeznénk a kísérletet (pl. a Mátra tetején, 1000 m magasságban) akkor alacsonyabb lenne a mért forráspont
4. a koncentráció és a forrpont-emelkedés összefügg, kalibrációs görbe (vagy táblázatos adatok) alapján a forrpont-emelkedés mértékéből a koncentráció számítható
5. a hőközléssel a forrásban lévő folyadék hőmérséklete nem változik (a párolgás endoterm folyamat, a hó a folyadékfázisból a gőzfázisba való átmenet biztosítására szolgál)
6. a forrás során egyre több víz távozik el az oldatból, ezáltal az oldat töményedik, és így fokozatosan (nagyon lassan) emelkedik a forráspont is
7. az oldat töménysége nem csupán a forráspontot, de a fagyáspontot is befolyásolja (a tengervíz nem $0\text{ }^\circ\text{C}$ -on fagy meg), de a fagyáspont nem függvénye a légnyomásnak
8. koncentráció mérésre nem csupán a forrpont-emelkedés, hanem a fagyáspont-csökkenés is alkalmas, így lehet pl. a tej esetében felderíteni a hamisítást (precíziós hőmérő kell)

Egyébként az előző, cc kénsavas kísérlet lehetőségét nyújthat a cukor és a só megkülönböztetésére is. Ha két kémcső egyikében cukor, a másikban só van, akkor az első kémcső tartalma a cc H_2SO_4 hatására elszénesezik, a másik kémcsőben pedig HCl gáz képződik. (Persze csak elszívó fülke alatt szabad végrehajtani a kísérletet!). Természetesen ez esetben egyszerű érzékszervi vizsgálattal – az édes és a sós íz felismerése – is eldönthető a kérdés, de a kémiai hatóanyagok (vegyszerek) többségénél az ilyen út nem járható.

Teaching of chemistry and physics in elementary and high schools with help of food science experiments

Andras S. Szabo¹, Margit Izsak¹, Janos Bozi¹

1. Abstract

When teaching physics and chemistry in schools, experiments are of primary importance. Students are satisfied if the investigated materials are food samples, well known to them. This paper deals with 10 simple experiments of chemical, physical and sensory type. The following foodstuffs were investigated: sugar, salt, egg, milk, butter, margarine, fat, lemon juice, apple juice, vinegar, baking powder, sodium bicarbonate.

key-words (not including the words of the title): boiling point, concentration, density, pH measurement, resistance

2. Introduction

We think that in the teaching of natural sciences, experiments are of primary importance. When chemical and physical experiments – with, of course, no sharp dividing line between these 2 subjects – comprise a dominant part of the education, students become more interested and the education process will be more successful, taking examples from practical life. So the knowledge level of students will increase, their logical and mental abilities will develop on the basis of the conclusions made during the observations and students participate in the lessons with pleasure.

Today, modern scientific food investigations cover a rather complex field, since not only the basic requirement (food safety), but a lot of other parameters, like sensory quality, mass or volume, analytical composition, packaging, labelling, special – microbiological, toxicological, radiological – parameters are investigated, as well. Not going into details, let us stress that recently, instrumental analytical methods – techniques suitable for the determination of chemical composition – have been focusing dominantly on physical methods (e.g., NIR-NIT technique, dielectrometry, radioanalysis, viscosimetry) [1][2][3][4][5][6][7][8][9] – and even in microbiology, the rate of application of rapid, physical methods (e.g., conductometry) has been increasing. Physical techniques have an important advantage in comparison with chemical procedures: they do not need chemicals, they are fast and non-destructive. These properties allow them to be applied in chemical process control – in the case of on-line and on-stream connection in industrial food processing (e.g., cheap filling products of the meat industry) – for regulation, based on composition measurements (chemometrics).

In the following sections, information is provided about 10 rather simple experiments, which can be carried out in normal labs of the schools. Before, during and after the experiments we have to mention the work and safety rules and the applicability and validity of the most important scientific laws. This means that the results of the studies should be interpreted on the basis of energy conservation, energy transformation and the principle of energy minimum (steady state). And it should also be pointed out that the pupils should not learn physics and chemistry literally (these subjects are not poems) but should strive to understand, endeavoring to interpret the findings correctly. Although it was mentioned earlier that practically there are no boundaries between physics and chemistry – the expression „physical chemistry” is an excellent proof of this statement, having the following subfields:

thermodynamics, reaction kinetics, electrochemistry, colloids and rheology – of the 10 experiments, 5 belong mainly to physics, 4 to chemistry and 1 is a special one, belonging to sensory qualification.

This last one – because it is based on the application of the students' own biosensors – is an experiment of the biological type, and it is necessary to mention that students participate with special enthusiasm in such types of measurements. Perhaps it would be interesting to study the maybe difference between the pupils and students, concerning the mean taste threshold value of perceptibility. It is known that the ability to recognize tastes depends not only on individual peculiarities, but age is a dominant factor, as well [10][11][12].

3. Description of the proposed experiments of physical and chemical character

3.1. Sugar carbonization with concentrated sulfuric acid

sugars are carbohydrates, and the name carbohydrate refers to the fact that there are only carbon, hydrogen and oxygen atoms in the molecules, and the hydrogen and oxygen proportion (2:1) is identical to the one in water (H₂O). As concentrated sulfuric acid (H₂SO₄) is highly hygroscopic, i.e., it is an acid with dehydrating properties, so if we put some crystal sugar (C₁₂H₂₂O₁₁) in a laboratory beaker, and add carefully a few milliliters of concentrated sulfuric acid, the white sugar will get discolored in a very short period of time, becoming first yellow, then black.

Sulfuric acid is a strongly hygroscopic substance, it can even remove chemically bound water from sugar, turning it slowly, gradually into carbon (the process of charring). The process is highly exothermic, and because of the heat, which generates water vapor, the volume of the carbonizing mass increases significantly. The heat-producing process – illustrated by the warming of the beaker, which can be measured easily by a thermometer – also draws attention to the fact that one should not pour water into concentrated sulfuric acid (heat development, risk of splashing) and why dilution of sulfuric acid should always be done the other way, pouring sulfuric acid into water (with slow stream and continuous stirring).

3 other things should definitely be mentioned also during the experiment. The first one is that the experiment can be carried out with other carbohydrates, as well, e.g., with glucose (C₆H₁₂O₆). The second one is that chemically there is no difference between the sucrose samples in the crystalline and powdered states (beet sugar, disaccharide), however in case of the powder, the speed of the reaction is higher because of the higher specific surface. And finally, we should inform the attentive students that this experiment proves the real chemical composition of sugar, as well, since the water-removing reaction produced carbon, so the composition is really carbohydrate. Of course – if there is still time remaining – we can speak a little about the importance of carbohydrates in human nutrition and the recommended ratio of complex (starch) and sugar-type carbohydrates. And about the energy content of carbohydrates and what determines the energy content.

By the way, the previous experiment with cc. sulfuric acid provides an opportunity to differentiate between sugar and salt. If in one test tube we have sugar and in the other one salt, the material in the first one becomes black and from the second one HCl gas develops. (Of course the experiment should be carried out only in a fume hood.). Obviously, in this special case differentiation is easy with sensory investigation – by the recognition of sweet and salty taste – although in general, working with chemical substances this is not an acceptable way!

3.3. Tojás frissességének meghatározása

Vízbe – ill. sóoldatba – merítéssel könnyen eldönthető, hogy a kérdéses tojás friss-e vagy már apadt tojás. A sűrűség, a tömeg és a térfogat közötti összefüggés ismeretében rámutatunk, hogy a friss tojás sűrűsége 1.00 g/cm^3 feletti érték, tehát a vízbe helyezve az edény alján marad. Régi, apadt tojás esetén – ilyenkor a tojáshéj apró pórusain keresztül vízgőz és gázok távoznak a tojásból – a tojás úszni fog a víz felszínén, mivel sűrűsége 1.00 g/cm^3 alatti. Néhány különböző koncentrációjú és sűrűségű konyhasóoldat alkalmazásával elég jó közelítéssel azt is megmondhatjuk (a lebegési állapotot kell elémi), hogy milyen mértékben lehet apadt a tojás.

Célszerű a diákok figyelmét felhívni arra, hogy a friss tojás is csak néhány napig tárolható szobahőfokon minőségromlás nélkül, de hűtőszekrényben 10-15 napig is eltartható. A tojás frissességének kérdésénél meg lehetne említeni a reakciósebességet is. A hőmérséklet csökkentésével a reakciók sebessége is csökken, így a romlási folyamatokért felelős kémiai folyamatok is lassabban mennek végbe.

Az apadás (párolgás) mértéke a hőfokon kívül a levegő relatív nedvességtartalmától is függ. Hűtőszekrényben való tárolásnál a relatív nedvességtartalom magas, ami lényegesen mérsékli az apadás mértékét. Célszerű még hangsúlyozni azt, hogy egy egyszerű optikai vizsgálattal (átvilágítás lámpázással, az eszköz az ún. ovoszkóp) mérhető a légkamra magassága. Friss tojásnál ez 4 mm alatti érték, de ha a 10 mm-t meghaladja, akkor már minőségromlás léphet fel, kellemetlen szaga lesz a tojásnak.

Elmondhatjuk a tanulóknak, hogy a záptojás kellemetlen szaga a fehérjebomlásból adódó kénhidrogén (H_2S) tartalomra vezethető vissza. S befejezésül hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a tojás nagyon magas biológiai értékű fehérje, de a magas koleszterintartalom miatt túlzott fogyasztása nem ajánlott (naponta legfeljebb néhány darab).

3.4. Zsiradékok lágyuláspontjának (dermedéspontjának) mérése

A kísérlettel egyrészt rámutatunk arra, hogy a hőmérséklet befolyásolja az egyes zsiradékok viszkozitását, reológiai jellemzőit, másrészt arra, hogy jelentős különbség van az egyes zsiradékok dermedéspontjában. Fontos kihangsúlyozni, hogy csak a kristályos anyagoknak (pl. jég) van pontosan megállapítható olvadáspontja – energiabevittel (melegítéssel) a kristályrácsot összetartó erőt legyőzzük – a vaj, disznósír, libazsír, margarin esetében nincs precízen mérhető olvadáspont. Zsíroknál fokozatosan változik a vizsgált anyag keménysége-puhasága, textúrája, a zsiradék a szilárd állapotból a félfolyékony, majd a folyékony minősíthető állapotba megy át a hőmérséklet-emelkedés hatására. Illetve hasonló, de fordított folyamat figyelhető meg a hűtés során.

Mindkét mérés kivitelezhető, de célszerűbb (egyszerűbb és gyorsabb) a dermedéspont mérése úgy, hogy az előzetesen felmelegített zsiradékokból öntünk annyit kémcsövekbe, hogy jól lehessen mérni higanyos bothőmérővel, majd hideg vízbe helyezve a kémcsövet mérjük a hőmérséklet-csökkenését. Dermedéspontnak azt a hőmérsékletet fogadjuk el, amikor már nem mozgatható könnyedén a hőmérő a kémcsőben. A diákok látni fogják, hogy a vizsgált zsiradékok dermedéspontjában jelentős eltérés lehet, s a szerves kémiát már tanulók figyelmét arra is felhívhatjuk, hogy a fizikai jellemzőnek tekinthető dermedéspont és a kémiai jellemzők között elég szoros összefüggés van. Hiszen ha sok a telített zsírsav, akkor magas a dermedéspont, ha inkább a telítetlen zsírsavak aránya dominál (olajok) akkor alacsony a dermedéspont. A legérdekesebb tanulók számára a transz-zsírok témakör is említhető, rámutatva, hogy az egészségvédelem érdekében Magyarországon (Európában harmadik államként, Dánia és Ausztria után) 2014 februárban határértékeket szabtak meg a transz-zsírok megengedhető mennyiségére. A legvégén 2 mondatban még fel lehet hívni a figyelmet arra, hogy a magyarországi lakosság túl sok zsírt fogyaszt, a bevitt energia átlagosan 40 %-a származik zsírból és olajból, holott élettanilag csak 25-30 % lenne indokolt.



A kép illusztráció / The picture is illustration

3.2. Boiling point measurement for sugar and salt solutions

This experiment shows not only the energy demand (boiling is an endothermic process) of state changes, but the fact that the boiling point is a function of the concentration of liquids, as well. If the concentration of salt (NaCl) and sugar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) is high enough (over 10%), it is possible even with an ordinary stick thermometer to show the increase in the boiling point of solutions in the a volumetric flask in comparison with tap water used for the preparation of the solutions.

It is appropriate to point out the following:

1. from a concentration point of view, we should distinguish unsaturated, saturated and oversaturated solutions
2. the rate of dissolution of different materials is different, therefore, there is a difference between the concentrations of saturated solutions of salt and sugar
3. the temperature of boiling depends on the air pressure, so if the experiment is carried out at significantly higher altitudes (e.g., at the top of the Matra, 1000 m above sea level), the measured boiling point would be lower
4. concentrations and boiling points are correlated, and so using a calibration curve (or tabulated data), the concentration can be calculated based on the boiling point measurement
5. the concentration of the solution affects not only the boiling point, but the freezing point, as well (sea water does not freeze at 0 °C), however, the freezing point is not a function of air pressure
6. for the determination of concentrations, not only the boiling point elevation, but the freezing point depression is also suitable, so using this technique you can detect for example the adulteration (application of a precision thermometer is necessary)

3.3. Determination of egg freshness

Dipping the egg into water or a salt solution it is easy to answer the question whether the egg is fresh or old. Knowing the relationship between density, mass and volume, it should be pointed out that the density of fresh egg is more than 1.00 g/cm³, thus placing it into the water, it remains at the bottom of the container. In case of old, dropped eggs - when water vapor and gases are released from the egg through the tiny pores of the eggshell - the egg will float on the surface of the water, as the density of it will be less than 1.00 g/cm³. Using several different concentrations and densities of salt solutions, the extent of the dropped state of the egg can be estimated with fairly good precision (by reaching the floating state).

It is advisable to draw pupils' attention to the fact that fresh eggs can be stored without degradation only a few days at room temperature, but even for 10-15 days in the refrigerator. The reaction rate could also be mentioned concerning the freshness of eggs. With the decrease of temperature the speed of the reaction is also reduced, so the chemical mechanism responsible for the degradation processes can take place more slowly.

The degree of mass decrease (evaporation) depends on the outside temperature and the relative humidity of the air. In case of storage in a refrigerator, the relative humidity is high, which reduces the degree of mass decrease considerably. One should stress that using a simple optical test (screening with a lamp, a device called ovoscope) it is possible to measure the height of the air chamber within the egg. In case of fresh eggs this value is less than 4 mm, but if it is more than 10 mm, it may result in a loss of quality, and the eggs will have unpleasant odor.

We can mention to the students that the stinking smell of rotten eggs is due to the decomposition of proteins, producing hydrogen sulfide (H₂S) gas. And in conclusion, we should draw attention to the fact that eggs contain very high biological value proteins, but excessive consumption of them is not recommended, because of their high cholesterol content (only a few eggs per day).

3.4. Softening point (pour point) measurement of fats

The experiments indicate partly that temperature influences viscosity and rheological properties, and partly that there are significant differences between various fats, concerning their pour points. It is important to emphasize that only crystalline substances (e.g., ice) have precisely determined melting points – the energy input (heating) overcomes the cohesive force of the crystal lattice. In the case of butter, pig fat, goose fat, or margarine, we do not have precisely measurable melting points, because the hardness, softness and texture of the test material changes gradually, from solid state the fat goes through the semi-liquid and liquid states, as a result of the rise in temperature. And a similar, but reverse process is observed during cooling.

Both measurements are feasible, but it is more appropriate (simpler and faster) to measure the pour point, so that preheated fats are placed in test tubes in the necessary quantities that can be measured with a mercury stick thermometer, and then the tubes are placed in cold water, and the temperature decrease is measured. The temperature when it is not easy to move the thermometer in the test tube will be accepted as pour point. Students will see that pour points of the investigated fats may show significant differences, and for students with some knowledge of organic chemistry we can point out the fact, that there is a sufficiently close relationship between the physical (e.g., the characteristic pour point) and chemical parameters (composition). If the amount of saturated fatty acids is high, the pour point is high, as well, however, if the dominant proportion of fatty acids is unsaturated (oils), then the pour point is low. For most interested students, the topic of trans-fats could be mentioned, as well, pointing out that to ensure health protection in Hungary, in February 2014 limits on admissible amounts of trans fats in foods were determined and published in a regulation (being the third such state in Europe, after Denmark and Austria). At the end, in two sentences we can also call attention to the fact that the Hungarian population in general consumes too much fat, on average, 40% of the energy intake is from fats and oils, although physiologically only 25-30% would be appropriate.

3.5. Differentiation between raw (crude) fresh egg and boiled (cooked) egg without cracking (breaking) the eggshell

If, for some reason, you accidentally mix raw and cooked eggs, it is easy to distinguish between them with a simple physical method. Try to spin the eggs (of about the same weight) with approximately the same power on a table or other flat surface. The spin is performed by holding the eggs between the index finger and thumb, and bringing the eggs successively into motion.

It can be measured easily, that cooked eggs will spin for a longer time, while in the case of raw eggs, the spin time is significantly shorter. E.g., 20 seconds in the first case and only 12 seconds in the second one. Let's try to interpret the cause of the difference!

The difference is due to the situation, that boiled eggs - physically - behave as a rigid body, where the position of each point mass is fixed. The time of rotation depends on the spin strength, egg weight and the friction between the egg and the table, however the drag (air resistance) is negligible. However, the raw egg should be considered

3.5. Nyers és főtt tojás megkülönböztetése feltérés nélkül

Ha valami ok miatt véletlenül összekeveredtek a nyers és a főtt tojások, könnyű őket egyszerű fizikai módszerrel megkülönböztetni. Próbáljuk meg a közel azonos tömegű tojásokat kb. azonos erővel megpörgetni az asztalon vagy más sima felületen. A pörgetést úgy végezzük, hogy a tojásokat egymást követően mutató- és hüvelykujjunk közé fogva hozzuk pörgésbe!

Jól kimérhető lesz, hogy a főtt tojások hosszabb ideig fognak pörögni, a nyers tojásoknál viszont a pörgési idő lényegesen rövidebb. Pl. az első esetben 20 másodperc, a második esetben csupán 12 másodperc. Próbáljuk értelmezni a különbség okát!

Az eltérés oka az, hogy a főtt tojás lényegében – fizikai szempontból – merev testnek tekinthető, ahol az egyes tömegpontok egymáshoz viszonyított helyzete állandó. A forgás ideje a pörgető erőtől, a tojás tömegétől s a tojás és az asztal közötti súrlódási tényezőtől függ, a levegő környezet-ellenállása elhanyagolható. A nyers tojás viszont egy olyan rendszer, amelyben a fehérje és a sárgája sűrűn folyó folyadéknak tekinthető, ahol a folyadék nem forog együtt a tojás héjával, hanem elég erős súrlódás lép fel a folyadék és a szilárd héj között. Ez a súrlódás fékezi le a forgást, azaz a tojáshéj és az asztal közötti súrlódáson kívül fékező erőként hat a tojás folyékony része és a tojáshéj közötti súrlódás is.

3.6. Vezetőképességi mérés (ellenállás mérés) nyers és főtt tojással

Mérjük meg a főzőpohárba tett nyers tojás ellenállását 2 elektróddal és kis feszültség alkalmazásával. Hívjuk fel a figyelmet az ellenállás és a vezetőképesség közötti fordított kapcsolatra, ha tehát kicsi az ellenállás, akkor jó a vezetőképesség. Mérjük az ellenállást folyamatosan a vízfürdőn történő hőközlés során, amely folyamatban a tojás egyre inkább megszilárdul a fehérje kicsapódása miatt. Mutassunk rá az Ohm-törvényre, s arra, hogy az áramvezetés a folyadékokban (elektrolitban) csak akkor következik be, ha vannak mozgékony ionok a rendszerben. Magyarázzuk meg, hogy miért csökken a vezetőképesség a hőmérséklet emelésével!

3.7. A pH-mérése néhány élelmiszernél

Bár a pH-értelmezésének matematikai háttere megköveteli a logaritmus ismeretét, s ezáltal csak a középiskolás tanulónál lehet a definíciót precízen értelmezni, de annyit mindenképpen éreztetni kell a diákokkal, hogy a pH-érték a vízhez viszonyított savasságra, illetve lúgosságra utal. A víz esetében 7 a pH, savaknál alacsonyabb, lúgoknál magasabb az érték. Fontos elmondani azt is, hogy például a 3-as és 4-es pH érték között tízszeres a savtartalom-különbség.

A méréseket univerzális vagy finomskálás pH-papírokkal végezzük vizes oldatban, egyszerűen bizonyítható a színeltérések alapján az egyes vegyületeknél a savasságban-lúgosságban jelentkező különbség. Mérhetjük pl. a citromlé, ecet, szódavíz, tej, bor, almale vagy akár szódabikarbóna-oldat pH-ját is.

Két dolgot mindenképpen hangsúlyozni kell. Az egyik: a pH-érték utal arra, hogy az adott koncentrációban lévő savas vagy lúgos anyag mennyire erős vagy gyenge. Hiszen a gyenge sav (pl. ecetsav) esetén kis mértékű a disszociáció, és ezért van az oldatban kevés H^+ (illetve hidroxónium) ion. A másik, hogy a pH önmagában nem jellemzi az adott vegyület savasságát vagy lúgos jellegét, hiszen az oldatban lévő H^+ és OH^- ionok mennyisége a koncentráció (hígítás) függvénye. Csináljunk citromsavból (E-szám 330) mintegy 5 %-os oldatot, s mérjük a pH értéket 10-szeres, majd ismét 10-szeres hígítást követően!

A fakultációs tanulóknak, valamint a kémia iránt nagyon fogékony diákoknak arról is ejthető pár szó, hogy mekkora pontossággal lehet és érdemes pH-t mérni és megadni, illetve arról, hogy a savasságot és lúgosságot nem csupán a vízhez lehet viszonyítani. Egy gyenge sav (pl. ecetsav) ugyanis egy erős savval (pl. kénsav) szemben bázisként viselkedik. Azaz a savasság és lúgosság önmagában – lényegében – értelmezhetetlen.

A diákok egyébként szeretik az olyan kérdéseket, hogy ha pl. az almában almasav van, a citromban meg citromsav, akkor milyen sav van a körtében s milyen a narancsban. S ha a tej pH-ját is mértük (gyengén savas, kicsivel 7 alatti érték), akkor pár szó a tejsavról is ejthető, s arról, hogy tejcukorból erjedéssel (anaerob folyamat) keletkezik a tejsav, ami erős terhelésnél (aerob küszöb felett) az emberi izomzatban is termelődik. S a diákok végül arra a kérdésre is többnyire gond nélkül tudnak felelni, hogy a friss tejnek vagy az aludt tejnek alacsonyabb-e a pH értéke.

3.8. Sütőpor hevítése

A sütőpor por alakú vegyületek keveréke, amelyet nyers tésztahoz, vagy sütemény keverékhez adnak, hogy az a sütés során megemelkedjen. Lényegében a sült tészták térfogatnövelésére szolgáló anyag, amelyet élesztő helyett is használnak a kenyérgyártásban. A sütőpor tartalmaz valamilyen szén-dioxid forrást, többnyire nátrium-hidrogén-karbonátot, vagy ammónium-hidrogén-karbonátot, valamint egy savas anyagot, például kalcium-hidrogén-foszfátot, kálium-hidrogén-tartarátot (borkő), vagy nátrium-hidrogén-foszfátot, esetleg fumársavat vagy ammónium-alumínium-szulfátot. A sütőpor készítésénél többnyire keményítőport is kevernek a felsorolt vegyületekhez. A meleg, nedves keverékben a savas anyag a hidrogén-karbonátból felszabadítja a szén-dioxidot, ez okozza a tészta megemelkedését. Termikus disszociáció hatására pedig ammónia gáz (NH_3) szabadul fel, ami ugyancsak lazítja a tészta szerkezetét, növelve annak térfogatát.

a system in which the white and the yolk (as viscous fluids) do not rotate together with the eggshell, and strong enough friction occurs between the fluid and the solid shell. This friction slows the rotation down, that is, in addition to the friction between the table and the egg shell, it acts as a further braking force of friction between the liquid part of the egg and the egg shell.

3.6. Measurement of conductivity (resistance) in case of raw and heat-treated eggs

Perform the resistance measurement with a raw egg in a beaker, using two electrodes and low voltage. Call attention to the relationship between resistance and conductivity, so if the resistance is small, then the conductivity is good. We should continuously measure the resistance of the egg on a steam bath during which the egg is increasingly solidified by the protein coagulation process. Point out Ohm's law, and that the conductivity of fluids (electrolyte) can only be measured when there are mobile ions in the system. Explain why conductivity decreases by increasing temperature!

3.7. pH measurement of some foodstuffs

To elucidate pH properly, the knowledge of logarithm is necessary, therefore, accurate interpretation of the definition is convenient only for high school students. Nevertheless, it is important to convey in words for younger students that the pH value refers to acidity and alkalinity compared to water. Pure water has a pH of 7, the pH of acidic solutions is less than 7, and for alkaline solutions this value is more than 7. It is also noteworthy that a one unit difference in the pH values (e.g., solutions with pH values of 3 and 4) means a tenfold change in acidity.

pH measurements of aqueous solutions are carried out using universal or narrow range pH papers. Differences in the color of pH papers clearly indicate the different acidities/alkalities of the solutions. The pH of lemon juice, vinegar, carbonated water, milk, wine, apple juice or even of a sodium carbonate solution can easily be measured in a test tube.

There are two other things to be emphasized. First, the value of pH refers to the strength of the acidic or alkaline substance in a given concentration. Weak acids (e.g., acetic acid) only partially dissociate, producing small amounts of H^+ (more precisely hydroxonium) ions. Second, pH alone does not describe the acidity or alkalinity of a particular compound since the amounts of H^+ and OH^- ions are functions of the concentration (dilution). Let us make a 5% solution of citric acid (E330) and measure the pH after tenfold dilution and then again after a repeated tenfold dilution!

To students attending elective chemistry courses or who are very keen on chemistry, the topic of measurement accuracy is worth mentioning, that is, how precisely pH can and should be measured and given. Moreover, acidity and alkalinity can be compared not only to that of water. A weak acid reacting with a strong acid acts as a base, that is to say, acidity and alkalinity in themselves could not be interpreted.

Students like questions like: "If apple contains malic acid (malic acid is called "*apple acid*" in Hungarian), lemon contains citric acid (in Hungarian citric acid is called "*lemon acid*"), then what kind of acid can be found in pears and oranges?"

Measuring the pH value of milk provides a good opportunity to say something about lactic acid (in Hungarian it is called "*milk acid*"). This compound can be produced either from lactose (milk sugar) via fermentation (which is an anaerobic metabolic process) or in muscles during heavy power exercises (above the aerobic threshold). This experiment may help the students decide correctly whether milk or sour milk (curdled milk) have a lower pH value.

3.8. Heating baking powder

Baking powder is a mixture of powdery ingredients. It is added either to raw dough or to cake mixtures in order to increase the volume. It is often used also for bakery products instead of yeast. Baking powders are made up of two main components. They contain some kinds of carbon dioxide source, which is mostly sodium hydrogen carbonate or ammonium hydrogen carbonate, and an acidic compound, e.g., calcium hydrogen phosphate, potassium hydrogen tartrate, fumaric acid or ammonium aluminium sulfate. Baking powders also include some other additives, such as starch powder.

In the hot and wet mixture, the acidic component reacts with the hydrogen carbonate, releasing carbon dioxide, thus causing the expansion of the dough. Thermal dissociation leads to the release of ammonia gas (NH_3) that also leavens the texture of dough and increases its volume.

In the experiment, heat a test tube or flask containing baking powder. If the baking powder contains an ammonium-containing compound, the characteristic pungent smell will be released. The presence of ammonia can also be detected by wet pH paper, which indicates the alkalinity.

3.9. Protein denaturation by acid, base and salt solutions of heavy metals

The experiments are performed with milk and egg. These experiments also demonstrate very clearly why the listed substances (and the increasing temperature) are dangerous to the human body. Proteins are polypeptides that consist mainly of amino acids. It is well known, that proteins are essential for life; consequently, inactivation, coagulation or denaturation - that is to say, structural modification of the proteins - means the end of life.

Let's add strong acid (hydrochloric acid), strong base (sodium hydroxide) or a copper sulfate ($CuSO_4$) solution (as a heavy metal solution) to milk. As a result, proteins precipitate from the milk (coagulation), and it will be like curdled milk.

Breaking an egg, pour the liquid internal parts into a flask, and heat it in a water bath. We can observe how the egg white and yolk gradually solidify during cooking. With respect to the water bath, we can mention to students that the temperature of the boiling water is a function of atmospheric pressure. That is, on the top of Mount Everest, at almost nine thousand meters above sea level, it would be a quite hard work to cook an egg.

At the end of the experiments it is useful to draw the attention to the fact that although every chemical process is reversible in principle, however, protein structure changes to such an extent by denaturation that it is contrary to life. Mortal toxicosis is such a case, as well. So the process is irreversible. Let's call the attention of students to the fact that eating raw eggs is not appropriate since raw eggs contain a protein component (avidin), which has antinutrient effects, inactivating B vitamins and, therefore, may cause hypovitaminosis.

3.10. Sensory testing

To examine the taste detection and taste difference recognition capability of students, we can use, for example, a sugar solution for testing the sweet taste.

Point out that there are people whose hearing is excellent, normal or bad (deaf), and people with good vision, poor vision and absolutely no vision (blind). Similarly, in the case of taste detection, there are individuals who recognize flavors, taste them correctly even in very low concentrations, and there are also so-called taste-blind people, who are not able to detect flavors, aroma materials (in this case, the sweet taste of sugar) even in rather high concentrations.

A kísérlet során egy kémcsőben vagy lombikban sütőport melegítünk, s amennyiben az ammóniumvegyület is tartalmazott, akkor az ammóniára jellemző szúrós szag érezhető. Az ammónia jelenlétét nedves pH-papírral is jelezni tudjuk, mivel lúgos kémhatást mutat.

3.9. Fehérjekicsapás savval, lúggal, nehézfém-sóoldattal

A kísérleteket tejjel és tojással végezzük. Ezek a kísérletek nagyon jól rámutatnak arra is, hogy miért veszélyesek a felsorolt anyagok (ill. a hőmérséklet emelése) az emberi szervezetre. Hiszen tudjuk, hogy az élet alapja a fehérje – a fehérje főleg aminosavakból felépülő polipeptid – s a fehérje inaktiválódása, koagulációja vagy denaturálódása az élet végét jelenti, hiszen a megszokott fehérje struktúra módosul.

Adjunk a tejhez erős savat (sósav), erős lúgot (nátriumhidroxid) vagy nehézfém oldatként rézszulfátot (CuSO_4). A következmény: a tejből a fehérje kicsapódik, olyan lesz, mint az aludttej. Ha a tojást feltörjük, és a folyékony belső részt lombikban vízfürdőn folyamatosan melegítjük, úgy látható, hogy a hőközlés hatására fokozatosan megszilárdul a fehérje és a sárgája. Említsük meg a diákoknak, hogy ha vízfürdővel dolgozunk, akkor a forrásban lévő víz hőmérséklete a külső légnyomás függvénye, azaz a Mount Everesten, csaknem 9 ezer méter magasságban elég nehéz lenne megfőzni a tojást.

A kísérletek végén még célszerű felhívni a figyelmet arra, hogy bár elvileg minden kémiai folyamat megfordítható, de a denaturált fehérje struktúrája már olyan mértékben módosult, ami ellentétes az étellel. Ilyen eset a halálos toxikózis is. Tehát ez esetben a folyamat irreverzibilis. Említsük meg a diákoknak, hogy tojást nyers formában nem célszerű fogyasztani, mivel a nyers tojás tartalmaz egy olyan fehérje-komponenst (avidin), ami antinutritív hatású, a B-vitaminokat inaktíválja, ezért hipovitaminóziist okozhat.

3.10. Érzékszervi vizsgálat

A diákok ízfelismerő és ízkülönbség-felismerő képességének vizsgálatára használhatunk pl. kristálycukor-oldatot az édes íz jellemzésére.

Mutassunk rá, hogy vannak jól halló és rosszul halló (süket) emberek, s jól látó, gyengén látó és egyáltalán nem látó (vak) emberek is. Ugyanígy az íz-felismerés esetén beszélhetünk az ízeket nagyon kis koncentrációban is jól felismerő egyénekről és ún. íz-vakokról, akik az adott (itt édes) ízt még nagy koncentrációban sem képesek érzékelni.

Csináljunk 2 kísérletsorozatot néhány résztvevővel! 5 kis főzőpohárban kapjanak a bírálaton résztvevő diákok 0,4 g/100 ml koncentrációjú cukor-oldatot és csapvizet változó arányban egy tálcan, pl. 1 cukor-oldat és 4 csapvízminta. A lényeg, hogy ne legyen kiszámítható! Lényeges az is, hogy a cukor-oldat és a vízminta azonos hőfokú legyen! A feladat megjelölni azokat a poharakat, ahol érzékelhető volt az édes íz. Várhatóan a többség fel fogja ismerni a 0,4 g/100 ml koncentrációjú répacukor-oldat édes ízét. Fontos, hogy a bírálaton résztvevő diákok kapjanak egy nagyobb poharat vízzel töltve, hogy öblíteni is tudjanak s egy másik nagy, üres poharat öblítőcsészeként. Mindenképpen fel kell hívni a figyelmet a következőkre:

1. az édes ízt legjobban a nyelvünk hegyén érzékeljük
2. az ízbírálatok között tartunk némi szünetet (íz-utóhatás kiküszöbölése)
3. az ízbírálat után mindig öblítés következzen
4. ha más cukorral (pl. fruktóz, laktóz) dolgozunk, más az érzékelési küszöb
5. ha valaki képtelen volt felismerni a 0,4 g/100 ml cukor édes ízét, akkor adjunk utólag neki 1-2 %-os répacukor-oldatot, ezt már minden bizonnyal felismeri s lesz sikerélménye

A második vizsgálat során az ízkülönbség-felismerő képesség tesztelése a feladat. Itt a diákok 0,8 és 1,1 g/100 ml koncentrációjú répacukor-oldatot kapnak, a feladat, hogy el kell döntenie, melyik az édesebb. A többség várhatóan helyesen fog választani, általában a 20-30-40 %-os koncentráció-különbség esetén már helyesen érzékelhető az intenzívebb íz. Viszont arra kell ez esetben a figyelmet felhívni, hogy nem



A kép illusztráció / The picture is illustration



A kép illusztráció / The picture is illustration

Let's set up two experiments with a few participants! 5 small beakers will be given to students participating in the test, containing 0.4 g / 100 ml sugar solution and tap water in varying numbers on a tray, for example 1 sugar solution and 4 tap water samples. The point is not to be predictable! It is also important that the solution of sugar and water samples have to have the same temperature! The task is to find those glasses, which are sweet, containing sugar. It is expected that most students will recognize the sweetness of the 0.4 g /100 ml solution of sucrose. It is important that the students involved in the test process should get a large glass of water (getting the chance to flush, to rinse) and another large empty glass bowl as a fluid container. Anyway, it is necessary to pay attention to the following:

1. the highest level of perception of the sweet taste is on the tip of the tongue
2. keep a slight pause (to avoid late effect) between the tests
3. after a test always perform a flush
4. if instead of sucrose other sugar (eg. fructose, lactose) is applied, the sensory threshold value can be significantly different
5. if someone was unable to detect the sweet taste of the 0.4 g /100 ml sugar solution, you can give for him/her later 1-2% sucrose solution, this will be surely recognized and the experiment will be a success

A second test is for testing the taste-difference recognition ability. Here, students will receive 0.8 and 1.1 g /100 ml sucrose solutions, and the task is to decide which one is sweeter. The majority is expected to choose correctly, usually in the case of a 20-30-40% concentration difference, the perception (recognition) of the more intensive taste is correct. However, we must point out that in this case, you do not need to rinse between the tests, so taste tests should be carried out one after the other, in order to detect the difference.

It can be said that, of course, the perceptibility test can be carried out for other materials as well (e.g., for bitter taste caffeine or quinine, for salty taste sodium chloride, for sour taste citric acid are the recommended test materials), but the threshold values can be very different. If you have

time, say a few words about the process of detection (stimulus – nerve stimulation - sense), the operation of the receptors, or even the relationship between the chemical structure and the flavour effect. You can also add short information about the possibility of smell recognition (the olfactory system in sensory recognition), colors and color intensities.

4. Conclusions

We think that the introduction of the above-mentioned 10 simple experiments of chemical and physical type using foodstuffs can help the preparation of students and improves their logical abilities, as well, showing the connection between cause and causality. The task of the teacher is education, pedagogy, urging to draw the correct conclusions, and so to educate and teach a more clever, well prepared, intelligent generation. (Of course, the task also includes moral education, since without morality, the correct feeling of identity and national commitment, all other factors are of secondary importance. The basic principle of Ward Mary institutions (CJ) is the trinity of knowledge, spirituality and service, and the teaching process is always in the spirit of this goal, regardless of the object of the particular subject. With the words of Istvan Szechenyi, educated people are the real power of the nation, and teachers should take part in this work – to create a clever, intelligent generation – with maximum enthusiasm.

The fact, that the experiments are carried out with foodstuffs, well-known materials of real life, can prove the importance of these products, having a decisive role in everyday nutrition. On the other hand, with these experiments, we provide useful information to students about food products, arousing interest in the food industry, food and nutrition science, and food qualification. So we can hope that the presentation of these experiments, belonging to food physics and food chemistry, can orient students and help them find a working place later, after finishing grammar school, in the food sector, which has a major importance in the Hungarian economy. And those who get a college or university level education in the food field – e.g., food engineer, food technologist, dietitian – will work in the fields of food production, food preparation, food research, quality control and assurance, food investigation, education.

kell közben öblíteni, azaz a vizsgálatokat – éppen a különbség felderítése érdekében – egymást követően kell végezni.

Elmondható még, hogy más ízek érzékelésére is van lehetőség (pl. keserűnél koffein vagy kininszulfát, sósnál nátrium-klorid, savanyúnál citromsav a javasolt tesztanyag), de rendkívül eltérő lehet az ízfelismerési küszöbérték. Ha van idő, néhány szót ejthetünk az érzékelés folyamatáról (inger-ingerület-érzet) és a receptorok működéséről, a kémiai struktúra és az íz-hatás közötti összefüggésről is. Továbbá arról, hogy érzékszervileg bírálható a szagfelismerés, a színmeglátás és színintenzitás-felismerés képessége is.

4. Következtetések

Úgy gondoljuk, hogy a leírt tíz egyszerű, az élelmiszerek vizsgálatán alapuló fizikai és kémiai kísérlet elvégzése, tanórákon történő bemutatása hathatósan segíti a diákok felkészülését a fizika és a kémia területén, és javítja logikai készségüket is az ok-okásági összefüggések kísérleti bemutatása által. A tanár feladata a tanítás, a nevelés, a logikus gondolkodásra, a helyes következtetések levonására irányuló készítés, azaz felkészültebb, okosabb, műveltebb nemzedék nevelése. Emellett az erkölcsi nevelés is fontos feladat, hiszen erkölcsi tartás, józan identitástudat és nemzeti elkötelezettség nélkül a többi tényező alárendelt jelentőségű. A Ward Mária intézmények (C.J) koncepciója a tudás, lelkeség és szolgálat hármasságát, lényegében ennek szellemében történik az oktatás minden tanórán, függetlenül attól, hogy éppen milyen tanóráról van szó. Széchenyi István szavaival élve a nemzet igazi hatalma a kiművelt emberfők sokasága, s ehhez a kiműveléshez kell minden tanárnak hozzáadnia a tőle telhető legtöbbet.

Az a tény pedig, hogy a kísérleteket élelmiszerekkel, azaz a köznapi életben mindenki számára ismert anyagokkal végezzük, egyrészt igazolja az élelmiszerek, mint a táplálkozásunkban meghatározó szerepet játszó termékek jelentőségét, másrészt hasznos információkat közvetítünk a diákok számára az élelmiszerekről is, remélhetően felkeltve érdeklődésüket az élelmiszeripar, élelmiszer- és táplálkozástudomány, élelmiszerminősítés, élelmiszer-vizsgálat szakterületei iránt is. Abban is bízhatunk, hogy az élelmiszerfizikai, élelmiszerkémiai jellegű kísérletek bemutatása szemléletformáló szereppel is bírhat, és talán ezzel is elősegíthető, hogy a középiskolát elvégző diákok egy része a magyar gazdaságban meghatározó jelentőségű élelmiszeripar területén próbáljon majd elhelyezkedni. Kisebbségük pedig, további, illetve későbbi élelmiszeripari jellegű felsőfokú tanulmányok befejezése után – pl. élelmiszermérnökként, technológus mérnökként, dietetikusként - jusson szerephez az élelmiszeripari termelés, ételkészítés, élelmiszerkutatás, minőségbiztosítás, élelmiszerellenőrzés, oktatás területén.

5. Irodalom / References

- [1] Molnár P. (1992): The state of food analytics in Hungary and the trend of its international development. *J. Food Investigations*, 38(4), 288-292
- [2] Juhasz R., Gergely Sz., Gelencser T., Salgo A. (2005): Relationship between NIR spectra and RVA parameters during wheat germination. *Cereal Chemistry*, 82(5), 488-493
- [3] Szabo A. S., Laszlo P., Simon J. (2006): The growing importance of aspects of food safety and food physics in the industrial food production. *J. Food Physics*, 19, 5-8
- [4] Szabo A. S. (2008): Food safety and food physics – aspects in food processing and quality control. *J. Food Physics*, 21, 102-106
- [5] Szabo A. S., Laszlo P. (2009): Importance of food physics investigations in the qualification of food. *J. Food Investigations*, 55(3), 166-169
- [6] Szabo A. S., Laszlo P. (2010): Food physics and food safety – some aspects in food processing and food quality control. *J. Life Sciences*, 4(7), 58-60
- [7] Szabo A.S., Laszlo P., Tolnay P. (2013): Importance of food physics to fulfill the expectations of modern food technologies. *J. Food Science and Engineering*, 3(4), 169-175
- [8] Mongondry Ph. (2012): Chemical and physical analysis for food products. ESA, Brest
- [9] Tunick M. H., Onwulata Ch. I. (2013): Physical methods in food analysis. USA, American Chemical Society
- [10] Szabo A. S., Csoka M. (2006): Investigation of taste and taste difference perceptibility of students. *J. Food Investigations*, 52(4), 233-238
- [11] Oliveira A. (2011): Sensory evaluation of foods. University of Alaska
- [12] ISO 3972:2011 Sensory analysis – methodology – method of investigating sensitivity of taste



A kép illusztráció / The picture is an illustration