

POVODOM NAGRAĐENE INOVACIJE “ALVA”

Inovativna laboratorijska perilica namijenjena pranju viala

DOI: 10.15255/KUI.2016.007
 KUI-19/2016
 Stručni rad
 Prispjelo 24. veljače 2016.
 Prihvaćeno 5. travnja 2016.

M. Kovačić*

Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku kemijsku tehnologiju, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Savska cesta 16/II, 10 000 Zagreb

|| Sažetak

Viale zapremnine 2 ml za automatske dodavače uzoraka (engl. *autosampler*) danas su u instrumentalnim laboratorijskim analizama nezaobilazno laboratorijsko posuđe. Međutim, zbog minijaturnih dimenzija njihovo pranje je otežano, a s obzirom na to kako se najčešće upotrebljavaju u velikim količinama, financijski je opravdano razmišljanje o pojednostavljenju postupka njihova pranja. U ovom članku prikazana je inovacija ALVA – *Automated Laboratory Vial washing Assistant*, koja znatno pojednostavljuje i ubrzava pranje viala, pri čemu se ostvaruje znatna ušteda u vremenu.

|| Ključne riječi

Viala, laboratorijska perilica, instrumentalne analitičke metode

1. Uvod

Čistoća laboratorijskog posuđa polovica je uspješne laboratorijske analize, ako parafraziramo poznatu poslovicu o čistoći i zdravlju. Nužno je osigurati zadovoljavajuću čistoću posuđa, no radi se o zahtjevnom i zamornom zadatku ako se radi o velikim količinama posuđa i k tomu minijaturnih dimenzija. Među takvo posuđe spadaju tzv. viale, malene bočice zapremnine najčešće 2 ml koje se upotrebljavaju za automatske dodavače uzoraka (engl. *autosampler*) u instrumentalnim kromatografskim metodama. Cijena pojedinačne viale bez čepa i silikonske septe je razmjerno mala, oko 1,20 kn prema web-katalogu tvrtke Sigma-Aldrich za pakiranje s 1000 komada viala.¹ Zbog male pojedinačne cijene smatraju se potrošnim laboratorijskim materijalom.

1.1. Problem pranja viala i postojeća rješenja

Proizvođači eksperimentalno potkrepljuju tvrdnju kako su viale jednokratne te kako je njihovo pranje loša laboratorijska praksa.² Problemi nastupaju uglavnom tijekom mehaničkog čišćenja viala. Zbog abrazivnog djelovanja četkica, slika 1, dolazi do oštećivanja površine stakla, što je potkrijepljeno mikrografijama morfologije površina viala.²

Načelno, oštećenje površine stakla je ponajprije problematično za bazične uzorke. Primjerice protonirani se amini u kiselom mediju adsorbiraju na površinu stakla zbog afiniteta prema polarnim silanolnim skupinama (Si–O–H).³ Povećanjem stupnja oštećenja na površini stakla povećava se specifična površina, čime će učinak adsorpcije biti veći. Međutim, kako je geometrijska površina viale s kojom je otopina u dodiru razmjerno mala, postavlja se pitanje kinetike neželjene adsorpcije na koju nije moguće dati jed-

noznačan odgovor. Kiseli medij otapat će natrijev oksid u borosilikatnom staklu,⁴ što također utječe na morfologiju površine.

Male dimenzije viala otežavaju ručno pranje i ispiranje, stoga su i s tog stajališta one jednokratne zbog potrebnog ulaganja rada u njihovo pranje i ispiranje. S obzirom na to da se rutinskim analizama u laboratorijima zasigurno upotrebljavaju desetci, ako ne i stotine viala dnevno, radi se o popriličnoj svoti novca koju je potrebno uložiti u nove viale. Stoga su mnogi laboratoriji prisiljeni na ponovnu uporabu kontaminiranih viala. Ujedno se jednokratnom upo-



Slika 1 – Ručno pranje viala vremenski je dugotrajno i neučinkovito s obzirom na potrošnju vode

Fig. 1 – Washing vials by hand is lengthy and water is consumed inefficiently

* Marin Kovačić, mag. ing. cheming.
 e-pošta: mkovac1@fkit.hr

rabom viala stvara znatna količina otpada, koju je moguće smanjiti pranjem i ponovnom upotrebom.

*Polonini i sur.*⁵ istražili su učinak različitih postupaka pranja nekoliko tipova laboratorijskog posuđa. Otopina cijanokobalamina poslužila je kao modelno onečišćivalo, pri čemu su nakon pranja i sušenja desorbirali preostali cijanokobalamin mućkanjem u vodi te su spektrofotometrijski odredili njegovu koncentraciju. Općenito je čišćenje u ultrazvučnoj kupelji pokazalo najbolje rezultate, a pranje s detergentskom te ispiranje demineraliziranom vodom pokazalo se zadovoljavajućim do vrlo dobrim. Međutim autori viala nisu prali detergentskom smatrajući kako je takav način pranja nepraktičan s obzirom na male dimenzije viala.

Specijalizirane perilice za pranje minijaturnog laboratorijskog posuđa postoje na tržištu, međutim radi se o velikim sustavima za pranje viala i bočica s kapacitetima od nekoliko stotina do više desetaka tisuća jedinica namijenjenih farmaceutskoj industriji.^{6,7}

O problemu pranja viala za automatske dodavače uzoraka u manjim laboratorijskim okruženjima razmišljali su *Rittirod i sur.*⁸ Izradili su sustav u kojem se upotrebljavaju tri zasebne pumpe za vodovodnu i demineraliziranu vodu te otopinu detergentsku uz zračni kompresor za naknadno sušenje. Do 40 viala može se fiksirati na nosač koji ima istovjetan broj mlaznica. Takva izvedba doduše ne zahtijeva pokretne dijelove, no suviše je složena i skupa izvedba za uređaj maloga kapaciteta.

2. Opis inovativnog rješenja

Inovacija ALVA – *Automated Laboratory Vial washing Assistant*, slika 2, temelji se na pojednostavljenom principu rada, pri čemu se upotrebljavaju lako dobavljivi komercijalni dijelovi iz drugih uređaja.



Slika 2 – Automatska perilica ALVA viala zapremnine 2 ml za automatske dodavače uzoraka

Fig. 2 – ALVA automatic washing machine for 2 ml vials used for autosamplers

Viale se postavljaju u dosjede s rupama na okruglom nosaču, slika 3, pri čemu je kapacitet trenutnoga nosača 20 viala, makar je moguće proširiti kapacitet perilice nosačem s više otora.

Druga okrugla ploča postavlja se na vrh te se pritezanjem leptir-matice spriječi pomicanje viala zbog visokog tlaka mlaza. Okrugli nosač rotira iznad stacionarne mlaznice iz koje se ubrizgava vodena otopina detergentska i demineralizirane vode pod tlakom do 15 bar u viala. Time se pojednostavljuje izrada perilice, s obzirom na to da je potrebna isključivo jedna mlaznica. Električni motor nalazi se u kućištu perilice te je osovino izravno povezan s nosačem viala. Otpadna voda slobodno teče iz posude, te se može usmjeriti u poseban spremnik za opasan otpad ili u odvod. Ciklus pranja upravljan je s pomoću mikroupravljača, pri čemu se u viala tijekom dvije pune rotacije nosača ubrizgava demineralizirana voda, potom tijekom tri rotacije otopina detergentska i naposljetku se ispiru s ubrizgavanjem demineralizirane vode tijekom deset punih rotacija. ALVA je opremljena s osjetilom tlaka, pri čemu mikroupravljač prekida ciklus pranja ako ponestane otopine detergentske ili demineralizirane vode. Također u slučaju kvara, elektronika detektira curenje u unutrašnjosti uređaja te prekida s radom. Kućište perilice izrađeno je u potpunosti od nehrđajućeg čelika.

3. Zaključak

Oštećivanje stijenki viala je minimalno tijekom upotrebe predstavljene automatske perilice, s obzirom na to da nema abrazivnog djelovanja koje bi uzrokovalo potencijalno oštećenje. Također, ALVA ostvaruje znatnu uštedu u potrošnji demineralizirane vode te osigurava jednoliku kvalitetu pranja kod svih viala. Ujedno je ALVA-u moguće prilagoditi pranju i drugog minijaturnog posuđa, kao što su



Slika 3 – Viala smještene u dosjedima okruglog nosača

Fig. 3 – Vials inserted into the carousel

primjerice viala zapremnine do 10 ml te odmjerne tikvice do 10 ml.

Literatura References

1. Sigma-Aldrich, URL: http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/supelco/su860012?lang=en®ion=HR&cm_sp=Insite-_-prodRecCold_xviews-_-prodRecCold10-6 (20. 2. 2016.).
2. L. Shick, B. King, Results of Using Re-washed Vials and Closures, Technical Note 20670, URL: http://www.separated-byexperience.com/news/attachments/TN20670_E_0213M_RewashVials_L.pdf (20. 2. 2016.).
3. B. Nickerson, R. M. Joseph, C. Palmer, A. M. Opio, G. H. Beresford, Analytical Method Development: Challenges and Solutions for Low-dose Oral Dosage Forms, u J. Zheng (ur.), Formulation and Analytical Development for Low-Dose Oral Drug Products, John Wiley & Sons, Hoboken, 2009., str. 242–243, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/9780470386361.ch10>.
4. V. A. Sirenek, T. V. Antropova, Calculation of the leaching kinetics of sodium borosilicate glasses in aqueous solutions of acids, *Glass Phys. Chem.* **32** (2006) 612–614, doi: <http://dx.doi.org/10.1134/S1087659606060034>.
5. H. C. Polonini, L. N. Grossi, A. O. Ferreira, M. A. F. Brandão, Development of standardized procedure for cleaning apparatus in analytical laboratories, *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.* **32** (2011) 133–136.
6. PennTech Products, Vial Washing Machine, URL: <http://penntech-corp.com/products-57-Vial-Washers> (20. 2. 2016.).
7. IMA Pharma, Vial washing and decontamination technology, URL: http://www.ima-pharma.com/Product/EN/Products-F575/Aseptic_Processing_and_Freeze_Drying-S633/Washing%2fBlowing%2fSterilizing-T634/Vial_washing_and_decontamination_technology-Q636.html (20. 2. 2016.).
8. T. Rittirod, A. Tattawasart, K. Kumkainam, W. Setsomboon, J. Thongchai, T. Tessiri, A. Ruengsang, S. Sakolchai, Efficacy of washing machine for small volume glass vial used in pharmaceutical analysis, *KKU En. J.* **30** (2003) 287–293.



MARIN KOVAČIĆ, mag. ing. chem-ing. rođen je u Zagrebu 23. 11. 1990., gdje je stekao osnovno, srednje i visokoškolsko obrazovanje. Po završetku IV. jezične gimnazije (2009.) upisao preddiplomski studij Kemija i inženjerstvo materijala na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te ga završio 2012., nakon čega upisuje diplomski studij Kemijsko inženjerstvo na istom fakultetu.

Tijekom preddiplomskog studija nagrađen je Dekanovom nagradom za zapažen studentski znanstveni rad. Diplomirao je 2014., a tijekom diplomskog studija nagrađen je s još dvije Dekanove nagrade za zapažen studentski znanstveni rad, stipendijom INA-e i Jutarnjeg Lista u natječaju za "Najstudentski projekt" te posebnim priznanjem Sveučilišta u Zagrebu za ostvaren uspjeh međunarodnog značaja na natjecanjima i izložbama mladih inovatora.

Doktorski studij Kemijsko inženjerstvo i primijenjena kemija upisuje 2014., a od 2015. djeluje kao doktorand–stručni suradnik u sustavu znanosti i visokog obrazovanja u sklopu uspostavnog projekta *NanoWaP* (2013-11-7900) Hrvatske zaklade za znanost, voditelja doc. dr. sc. Hrvoja Kušića s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije. Bavi se istraživanjem i razvojem novih nanokompozitnih fotokatalizatora aktiviranih Sunčevim zračenjem za uklanjanje farmaceutskih mikroonečišćivala iz vode.

Interes za tehniku pokazuje još od osnovne škole, kada samostalno uči kako popravljati i izrađivati jednostavne elektroničke sklopove. Prvu samostalnu inovaciju izrađuje tijekom srednjoškolskih dana, a riječ je o zvučniku u obliku pravilne trostrane prizme s asimetrično postavljenim visokotonskim te srednjotonskim zvučničkim jedinicama s ciljem postizanja kvalitetnijeg širenja zvuka u velikim prostorijama. Tijekom preddiplomskog studija izrađuje sustav za automatsko vođenje procesa (SCADA) laboratorijskog šaržnog reaktora,

kod izv. prof. dr. sc. Nenada Bolfa na Zavodu za mjerenje i automatsko vođenje procesa. Na poticaj izv. prof. dr. sc. Danijele Ašperger, prof. Sandre Babić te dr. sc. Biserke Tkalčić izrađuje prvu prepoznatu inovaciju s kojom ostvaruje i značajan uspjeh u zemlji i inozemstvu. S inovacijom "3u1 – fotokolorimetar, turbidimetar i nefelometar" osvaja zlatna odličja na domaćim i inozemnim izložbama, INOVA-mladi, 6. Nacionalnoj izložbi mladih inovatora i izložbi tehničkog stvaralaštva mladih – Mladi@inovacije, 38. hrvatskom salonu inovacija INOVA-Budi uzor te Taipei International Invention Show & Technomart (INST, Tajvan) 2013. Za istoimeni rad nagrađen je posebnim nagradama za najbolju inovaciju, "Leading Invention Award" od International Intellectual Property Network Forum (IIPNF), "Honor of Invention" od World Invention Intellectual Property Associations (WIIPA) te "The best invention of young" od International Invention Club "Archimedes".

S još većim žarom posvećuje se izradi inovacija, što je rezultiralo izradom četiriju inovacija: "Bakar-niklena pseudoreferentna elektroda", "Green2 generator vodika", "Voltamini potencijostat" te "ZeoRef referentna elektroda" 2014. godine. Inovacije su nagrađene zlatnim odličjima i posebnim nagradama na domaćim izložbama, uključujući i veliku nagradu INOVA-mladi. Inovacija "Voltamini potencijostat" nagrađena je srebrnim odličjima na inozemnim izložbama inovacija 14th British Invention Show (BIS) te na izložbi inovacija mladih povodom 50. obljetnice Tehničkog sveučilišta Chienkuo, Tajvan. Ove godine izradio je automatsku laboratorijsku perilicu viala (ALVA) koju predstavlja na Bangkok International Intellectual Property, Invention, Innovation and Technology Exposition (IPITEX, Tajland), gdje osvaja zlato. Na izložbi Malaysia Technology Expo (MTE, Malezija) s inovacijom ALVA osvaja brončano odličje.

U slobodno vrijeme bavi se proučavanjem i razvojem elektroničkih sklopova za analitičke instrumente te uči svirati električnu i bas gitaru. Član je Hrvatskog društva kemijskih inženjera, Saveza Inovatora Zagreba te Društva diplomiranih inženjera i prijatelja kemijsko tehnološkog studija.

SUMMARY

Innovative Laboratory Washing Machine for Vials

Marin Kovačić

Vials of 2 ml volume for autosamplers are unavoidable laboratory glassware when performing instrumental analysis. Due to their small size, washing them is a daunting task. Since they are usually used in vast numbers, washing and reusing the vials in a simpler manner could offer cost benefits. This article presents the *ALVA – Automated Laboratory Vial washing Assistant* innovation, which simplifies and quickens the vial washing procedure, thereby achieving a significant reduction in labour.

Keywords

Vials, laboratory washing machine, instrumental analytical methods

*Faculty of Chemical Engineering
and Technology
University of Zagreb
Savska cesta 16/II
HR-10 000 Zagreb, Croatia*

Professional paper
Received February 24, 2016
Accepted April 5, 2016