

Tokoferole i tokotrienole jako witamina E

Aleksandra ZIELIŃSKA*, Izabela NOWAK – Wydział Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2014, 68, 7, 585–591

Wstęp

Witaminy to związki wchodzące w skład koenzymów i będące składnikami niebiałkowymi enzymów. Dzięki nim możliwe jest życie i prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Witaminy dostarczane są wraz z pożywieniem, bowiem sam organizm nie jest w stanie samodzielnie ich wytworzyć [1]. W wyniku nieprawidłowego odżywiania, zakłóceń wchłaniania albo przyjmowania odżywek typu kofeina, nikotyna, a także leków, może dochodzić do hipowitaminozy, która stanowi oznakę niedoboru witamin. Skutkiem tego jest osłabienie, zmniejszona odporność, ból mięśni i stawów, kruchość ścian naczyń krwionośnych, apatia, zmiany skórne. Przyspieszony jest również proces starzenia. Jednym z najskuteczniejszych przeciwutleniaczy (antyoksydantów), hamujących starzenie się komórek, jest witamina E. Potrafi ona wnikać w skórę i wbudowywać się w cement międykomórkowy, dzięki czemu chroni przed niszczeniem naskórka i zmniejsza jego wrażliwość na promieniowanie UV [1, 2]. Mianem witaminy E określa się grupę związków pochodnych α -tokoferolu, o zbliżonej aktywności fizjologicznej [2].

Historia witaminy E

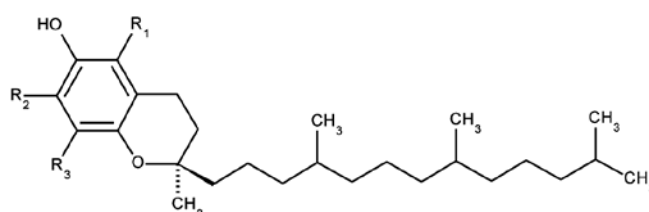
Na początku XX w., po raz pierwszy dowiedziono o istnieniu witaminy E. Stało się to na skutek prowadzonych wówczas badań wpływu różnych czynników na reprodukcję zwierząt. Związek ten otrzymał w krótkim czasie miano czynnika odżywczego, dobrze rozpuszczalnego w tłuszczach [3]. Witamina E (α -tokoferol, α -T) została wyizolowana z oleju z kielków pszenicy przez grupę badawczą Evansa w 1936 r. [4]. Nazwa „tokoferol” pochodzi od greckich słów: *tocos* (ozn. urodzić) i *pherein* (ozn. nieść), mających podkreślić istotną rolę tego związku dla życia młodych szczerów [5]. Przyrostek „-ol” wskazuje na przynależność związku do grupy alkoholi [6]. W 1937 r. wyizolowano z oleju roślinnego β - i γ -tokoferol (β -, γ -T) [7]. Rok później zdefiniowano strukturę α -tokoferolu [8, 9], następnie określono dla niego proces syntezy [10] oraz udowodniono, że jest on najskuteczniejszym z poznanych tokoferoli w profilaktyce niedoboru witaminy E [11]. W 1947 r. otrzymano δ -tokoferol (δ -T) metodą izolacji z oleju sojowego [12]; w tym samym roku naukowcom udało się zidentyfikować cztery naturalnie występujące tokotrienole (α -T3, β -T3, γ -T3, δ -T3) [13, 14].

Budowa i właściwości chemiczne

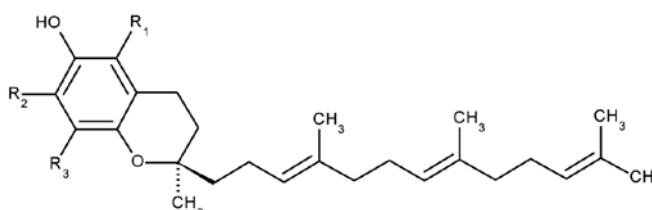
Witamina E jest nazwą grupy organicznych związków chemicznych, rozpuszczalnych w tłuszczach, w skład których wchodzi tokoferole (T) i tokotrienole (T3). Ich wspólną cechą jest obecność dwupierścieniowego szkieletu 6-hydroksychromanu oraz łańcucha bocznego zbudowanego z 3 jednostek izoprenowych. Związkiem macierzystym dla rodziny witaminy E jest tokol, chemicznie zwany 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotridecylo)-chroman-6-olem [15] (Rys. 1). Nomenklatura ta została przyjęta przez IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) – Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej [16 ÷ 18].

Obecnie znanych jest 8 naturalnie występujących homologów zaliczanych do rodziny witaminy E. Są nimi α -, β -, γ -, δ -tokoferole odznaczające się nasyconym bocznym łańcuchem węglowym i składające się z trzech jednostek izoprenoidowych oraz ich odpowiedniki w postaci

nienasyconych α -, β -, γ -, δ -tokotrienoli [15]. Tokotrienole posiadają w swej budowie podwójne wiązanie, występujące w bocznym łańcuchu węglowym przy 3, 7 i 11 atomie węgla (Rys. 2). Wzajemne powiązania strukturalne tokoferoli i tokotrienoli zostały przedstawione w Tablicach 1 i 2.



Rys. 1. Struktura tokolu: 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotridecylo)-chroman-6-olu; ($R_1=R_2=R_3=H$)



Rys. 2. Struktura tokotrienolu: 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotrideka-3',7',11'-trienilo)-chroman-6-olu; ($R_1=R_2=R_3=H$)

Tablica 1

Spis tokoferoli

Nazwa powszechna	Nazwa chemiczna	Skrót	Pozycja pierścienia		
			R_1	R_2	R_3
tokol	2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotridecylo)-chroman-6-ol	-	H	H	H
α -tokoferol	5,7,8-trimetylotokol	α -T	CH_3	CH_3	CH_3
β -tokoferol	5,8-dimetylotokol	β -T	CH_3	H	CH_3
γ -tokoferol	7,8-dimetylotokol	γ -T	H	CH_3	CH_3
δ -tokoferol	8-metylotokol	δ -T	H	H	CH_3

Tablica 2

Spis tokotrienol

Nazwa powszechna	Nazwa chemiczna	Skrót	Pozycja pierścienia		
			R_1	R_2	R_3
tokotrienol	2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotrideka-3',7',11'-trienilo)-chroman-6-ol	-	H	H	H
α -tokotrienol	5,7,8-trimetylotokotrienol, dop. nazwa: tokochromanol-3 (dawniej znany jako ζ lub ζ_2 -tokoferol)	α -T3	CH_3	CH_3	CH_3
β -tokotrienol	5,8-dimetylotokotrienol (dawniej znany jako ϵ -tokoferol)	β -T3	CH_3	H	CH_3
γ -tokotrienol	7,8-dimetylotokotrienol, dop. nazwa: plastochromanol-3 (dawniej znany jako η -tokoferol)	γ -T3	H	CH_3	CH_3
δ -tokotrienol	8-metylotokotrienol	δ -T3	H	H	CH_3

Autor do korespondencji:
Mgr Aleksandra ZIELIŃSKA, e-mail: zielinska-aleksandra@wp.pl

Homologi tokoferolu i tokotrienolu różnią się strukturalnie pod względem liczby i lokalizacji grup metylowych w pierścieniu chromanolu. α -Homologi zawierają trzy grupy metylowe, β - oraz γ -homologi są wzajemnymi izomerami o dwóch grupach metylowych, natomiast α -tokoferol (α -T) i δ -tokotrienol (δ -3T) są monometylowe. Tokoferole mają trzy asymetryczne węgle (centra chiralne) w pozycji 2 w pierścieniu chromanolu oraz w pozycji 4' i 8' w bocznym nasyconym łańcuchu fitylowym. Syntetyczny α -T (all-*rac*- α -T) jest mieszaniną racemiczną poszczególnych stereoizomerów. Dlatego też każdy z tokoferoli ma osiem (2^3) izomerów optycznych. Przykładowo dla α -tokoferolu odmiany wszystkich ośmiu izomerów, tzw. all-*rac*- α -T przedstawiają się następująco: RRR-, RSR-, RRS-, RSS-, SRR-, SSR-, SRS-, SSS-. W przyrodzie występują jedynie RRR-tokoferole [15]. Z kolei tokotrienole powstające z 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotrideka-3',7',11'-trienilo)-chroman-6-olu, niemetylowanej struktury pierścienia, mają tylko jedno centrum chiralne w pozycji 2. W rezultacie możliwe jest utworzenie dwóch stereoizomerów: 2R oraz 2S. Nienasycony łańcuch fitylowy przy węglu 3' i 7' umożliwia powstanie czterech izomerów geometrycznych typu *cis-trans*. Ośmiu potencjalnych izomerów tokotrienoli podano w Tablicy 3. W przyrodzie istnieją tylko izomery 2R, 3'-*trans* oraz 7'-*trans* [15]. Zarówno wyizolowanie wszystkich form tokotrienoli, jak i wyjaśnienie ich właściwości strukturalnych zostało zrealizowane w 1960 r. przez Pennocka i współpr. oraz przez grupę badawczą prowadzoną przez Islera [16 ÷ 20].

Tablica 3

Ośmiu możliwych form izomerów RS, *cis-trans* dla tokotrienoli [15]

Konfiguracja absolutna 2R	Konfiguracja absolutna 2S
2R, 3' <i>cis</i> , 7' <i>cis</i>	2S, 3' <i>cis</i> , 7' <i>cis</i>
2R, 3' <i>cis</i> , 7' <i>trans</i>	2S, 3' <i>cis</i> , 7' <i>trans</i>
2R, 3' <i>trans</i> , 7' <i>cis</i>	2S, 3' <i>trans</i> , 7' <i>cis</i>
2R, 3' <i>trans</i> , 7' <i>trans</i>	2S, 3' <i>trans</i> , 7' <i>trans</i>

Związki witaminy E zaliczane są do najważniejszych naturalnych przeciwutleniaczy. Występują najpowszechniej w surowcach i produktach roślinnych. Ich właściwości antyoksydacyjne wynikają przede wszystkim z obecności grupy hydroksylowej w pierścieniu chromanolu (pozycja 6), która jest związana z węglem o hybrydyzacji sp^2 , a więc charakteryzuje się obecnością wodoru w położeniu allilowym. Antyoksydacyjna aktywność tokoferoli *in vivo* zmienia się w następującej kolejności: α -T > β -T > γ -T > δ -T. Z kolei ich aktywność *in vitro* kształtuje się dokładnie odwrotnie: δ -T > γ -T ~ β -T > α -T [21]. Działanie homologów β -, γ - i δ -T w organizmie człowieka jest ograniczone, ponieważ w wątrobie są one natychmiast metabolizowane i wydalane z żółcią lub moczem [21]. Ponadto stwierdzono, że α -T3 charakteryzuje się znacznie większą aktywnością przeciwutleniającą niż α -T [21]. Wszystkie postaci witaminy E z wyglądu przypominają bezbarwne lub jasnożółte i lepkie oleje, a dodatkowo rozpuszczalne są w tłuszczach lub organicznych rozpuszczalnikach tłuszczowych [15].

Zasady nazewnictwa

Z uwagi na złożoną nomenklaturę tokoferoli i tokotrienoli, od 1981 r. stosuje się zasady nazewnictwa przedstawione wg IUPAC-IUB (Joint Commission on Biochemical Nomenclature) [15 ÷ 18]. Określenie „witamina E” powinno być stosowane do ogólnego nazewnictwa wszystkich tokoli i tokotrienoli oraz ich pochodnych, wykazujących podobieństwo, zarówno pod względem jakościowym jak i aktywności biologicznej, do α -tokoferolu. Termin „to-

kol” jest uproszczonym określeniem dla związku o nazwie 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotridecylo)-chroman-6-ol [Rys. 1], w którym $R_1=R_2=R_3=H$. Słowo „tokoferol(e)” powinno być używane jako nazwa ogólna dla wszystkich mono-, di- oraz trimetylotokoli. Tym samym określenie to nie jest synonimem dla „witaminy E”. Związek na Rysunku 2, gdzie $R_1=R_2=R_3=H$, tj. 2-metylo-2-(4',8',12'-trimetylotrideka-3',7',11'-trienilo)-chroman-6-ol, jest oznaczany jako tokotrienol (tylko all-*trans*-(E,E)-tokotrienole występują w przyrodzie). Jedyne naturalnie występujący stereoizomer dotychczas poznanego α -tokoferolu ma konfigurację 2R,4'R,8'R zgodną z zasadą zachowania kolejności. Dlatego też jego nazwa systematyczna brzmi (2R,4'R,8'R)- α -tokoferol. Ten sam system nazewnictwa może być stosowany dla wszystkich innych pojedynczych form stereoizomerów tokoferoli. Używanie uproszczonych oznaczeń jest zalecane do zwięzłego określania konfiguracji ważnych stereoizomerów α -tokoferolu, zwłaszcza w przypadku mieszanin tych związków. Przykładowo, dla wspomnianego wcześniej α -tokoferolu (α -T), mającego konfigurację 2R,4'R,8'R, znanego dawniej pod nazwą δ - α -tokoferol, powinno się stosować zapis RRR- α -T. Estry tokoferoli oraz estry tokotrienoli nazywa się przykładowo: octan α -tokoferolu, octan α -tokotrienolu.

Znaczenie witaminy E dla zdrowia i urody

Witamina E jest silnym antyoksydantem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i fosfolipidów, wchodzących w skład błon komórkowych. Bierze również udział w procesach metabolicznych [2, 22]. Jej niedobór może być przyczyną zaburzeń neurologicznych, powstałych w wyniku peroksydacji błon komórkowych neuronów i procesów degeneracyjnych w mózgu, które nasilają się w procesie starzenia [5, 15, 19]. U osób dorosłych deficyt witaminy E jest najczęściej uwarunkowany zaburzeniami wchłaniania tokoferoli, np. w przypadku biegunki tłuszczowej lub też usunięcia części jelita cienkiego [11, 15]. Natomiast jej deficyt endogeny może powstać w przypadku 3-lipoproteinemii (choroby dziedzicznej), jak również podczas wydzielania lipoproteidów, transportujących tokoferole z wątroby do innych tkanek [19]. Brak witaminy E jest szczególnie niebezpieczny u dzieci, a zwłaszcza noworodków, bowiem może stać się przyczyną rozwoju niedokrwistości, zaburzeń wzroku (retinopatii, fibroplazji), dysplazji oskrzelowo-płucnej, a także nagłego zgonu [15]. W przypadku niedoboru witaminy E w organizmie, wzrasta ryzyko wystąpienia chorób infekcyjnych, sercowo-naczyniowych oraz procesów zapalnych [22]. Z kolei obecność tokoferoli i tokotrienoli, zawartych pod postacią witaminy E, chroni organizm przed starzeniem, ponieważ związki te potrafią skutecznie neutralizować wolne rodniki [6, 13]. Warto wiedzieć, że bogatym źródłem tokoferoli są zwłaszcza oleje roślinne i ryby, ale także kielki pszenicy, pełne ziarna zbóż, nasiona, zielony groszek [15]. Witamina E stosowana jest m.in. do leczenia zaburzeń mięśniowych oraz chorób serca. Co więcej, zmniejsza ona ryzyko wystąpienia duszniczy bolesnej i zawału serca, a jej podanie krótko po zawale serca może zapobiec rozszerzaniu się strefy uszkodzenia mięśnia. Ponadto dowiedziano, że związek ten hamuje powstawanie miażdżycy i przeciwdziała rozwojowi nowotworów [19]. Witamina E obniża degradację erytrocytów, ułatwiając jednocześnie dostarczenie zawartego w nich tlenu do wszystkich komórek organizmu [15, 19]. Dodatkowo wzmacnia i uelastycznia naczynia krwionośne, a także obniża krzepliwość krwi. Co ciekawe, zawartość tej witaminy w osoczu krwi u ludzi waha się w granicach od 0,8 do 2 mg/dl (średnio 1 mg/dl). Objawy niedoboru pojawiają się zwykle przy stężeniu tokoferoli poniżej 0,5 mg/dl [15]. Witamina E nie jest syntezowana w organizmie człowieka, dlatego też dostarczane z pożywieniem tokoferole gromadzą się głównie w tkance tłuszczowej. Wchłanianie witaminy E w jelitach zależy od obecności tłuszczów w pożywieniu. Proces ten ulega zaburzeniu w przypadku niedostatecznego wydzielania żółci

[15]. Biologiczna aktywność witaminy E mierzona jest w mikrogramach RRR- α -tokoferolu lub w jednostkach międzynarodowych, zatem 1 j.m. odpowiada aktywności 1 mg octanu D,L- α -tokoferolu, wprowadzanego doustnie w próbie zahamowania resorpcji płodu u szczurów, pozbawionych tego związku [5 ÷ 7, 15].

W kosmetykach witamina E pełni rolę doskonałego przeciwutleniacza, który stabilizuje strukturę tłuszczów nienasyconych [2]. Dzięki fizykochemicznym oddziaływaniom, zachodzącym między bocznym łańcuchem izoprenoidowym cząsteczki danego tokoferolu a węglowodorowym łańcuchem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które wchodzi w skład fosfolipidów membranowych, możliwe jest działanie stabilizujące tokoferoli na błony biologiczne. Ponadto wraz z witaminą A stosowana jest w leczeniu trądziku pospolitego i egzemy [2]. Nie bez znaczenia jest fakt, że witamina E jest odporna na działanie wysokich temperatur, natomiast ulega rozkładowi pod wpływem światła i tlenu [21, 22]. Jednak najbardziej odpornym związkiem z rodziny tokoferoli na oba te czynniki jest estrowa forma witaminy E – octan tokoferylu, będący składnikiem aktywnym często stosowanym w filtrach przeciwślonecznych. Zapewnia on efektywną ochronę przed utlenieniem i degradacją lipidów naskórka [6, 22]. Witamina E łagodzi także podrażnienia i poparzenia skóry, powstałe na skutek działania promieni słonecznych. Dodatkowo działa przeciwzapalnie oraz przeciwobrzękowo. Ponadto, dobrze przenika przez naskórek i wbudowuje się w cement międzykomórkowy, zapewniając odżywienie i poprawę elastyczności skóry. Jako składnik aktywny kosmetyków, witamina E nie tylko koi, nawilża, wygładza i ujędrnia skórę, ale także wspomaga leczenie przebarwień i łagodzi objawy kontaktowego zapalenia skóry [1 ÷ 3].

Niezwykle skuteczne w działaniu są także pochodne tokoferoli, w tym m.in. linolenian α -tokoferolu, który wbudowuje się w lipidy naskórka, wykazując długotrwały efekt nawilżający i promieniochronny. Inną, bardzo często stosowaną pochodną tokoferoli jest wspomniany wcześniej octan tokoferolu. Związek ten stanowi trwałą, składnik aktywny, odporny na światło i działanie tlenu. Coraz częściej w produktach promieniochronnych stosowany jest również acetylosalicylan tokoferolu, będący łatwo wchłanianym związkiem zarówno przez skórę jak i przez włosy [1, 6, 22].

Zawartość witaminy E określana jest poprzez oznaczenie zawartości stężenia tokoferoli w surowicy i osoczu krwi. Do tego celu używa się metod spektrofotometrycznych, które polegają na utlenieniu tokoferoli chlorkiem żelaza(III), a następnie określeniu ilości powstającego Fe^{2+} w postaci barwnego kompleksu z 2,2'-dipyridylem lub 3-fenantroliną. W ostatnich latach coraz częściej zaczęto stosować metody spektrofluorymetryczne, charakteryzujące się większą czułością i pozwalające określić zawartość tokoferoli w 0,1 cm³ surowicy krwi. Dodatkowo, w celu wykrycia ewentualnych niedoborów witaminy E, bada się ilość keratyny wydalanej z moczem oraz wrażliwość erytrocytów na hemolizę nadtlenkową w środowisku izotonicznym. Oba te wskaźniki znacznie wzrastają w przypadku deficytu witaminy E. W ostatnich latach zaproponowano także badanie zawartości w wydychanym powietrzu pentanu i etanu przy użyciu chromatografii gazowej. W przypadku niedoboru witaminy E, ilość obu związków wzrasta na skutek nadtlenkowego utlenienia nienasyconych kwasów tłuszczowych [15, 19].

Podsumowanie

Tokoferole (α -T, β -T, γ -T, δ -T) oraz ich odpowiedniki w postaci tokotrienoli (α -T3, β -T3, γ -T3, δ -T3) zaliczane są do tzw. rodziny witaminy E. W organizmach żywych związki te pełnią rolę biologicznych antyoksydantów, które inaktywują wolne rodniki i tym samym hamują rozwój nadtlenkowego utlenienia nienasyconych lipidów. Z uwagi na fakt, że nienasycone lipidy stanowią jeden z ważniejszych składników błon biologicznych, wymieniona funkcja

tokoferoli ma duże znaczenie w utrzymaniu spójności strukturalnej i aktywności funkcjonalnej błon lipoproteinowych komórek oraz organelli subkomórkowych. Ze względu na swoje dobroczynne właściwości, tokoferole i tokotrienole znalazły szerokie zastosowanie w medycynie. Wspomagają leczenie, m.in. zaburzeń mięśniowych oraz chorób serca, a także przeciwdziałają rozwojowi miażdżycy czy nowotworów. Oprócz tego, α -, β -, γ -, δ -tokoferole znalazły uznanie w kosmetyce, gdzie pełnią funkcję bardzo silnych przeciwutleniaczy. Związki te, znane głównie jako witamina E („witamina młodości”) wykazują działanie kojące, nawilżające, uelastyczniające, ochronne oraz przeciwstarzeniowe. Dzięki temu stosowane są najczęściej w preparatach o działaniu promieniochronnym, w kremach nawilżająco-regenerujących oraz w preparatach do pielęgnacji włosów.

Literatura

1. Jurkowska S.: *Chemia surowców kosmetycznych*. Wydanie II. Ośrodek Informatyczno-Badawczy „Ekoprzem” Sp. z o.o., Dąbrowa Górnicza 2007.
2. Lamer-Zarawska E., Chwała C., Gwardys A.: *Rośliny w kosmetyce i kosmetologii przeciwstarzeniowej*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2012.
3. Friedrich W.: *Vitamin E*, In *Vitamins*. Walter de Gruyter, Berlin 1988, 4.
4. Evans H.M., Emerson O.H., Emerson G.A.: *The isolation from wheat germ oil of an alcohol, alpha tocopherol, having the properties of vitamin E*. J Biol. Chem. 1936, **113**, 319.
5. Sokol R.J.: *Vitamin E*, In *Present Knowledge in Nutrition*. 7th ed., ILSI Press Washington, D.C., 1996, **13**.
6. Papas A.: *The Vitamin E Factor*. HarperCollins, New York 1999.
7. Emerson O.H., Emerson G.A., Mahammad A., Evans H.M.: *The chemistry of vitamin E: tocopherols from various sources*. J Biol. Chem. 1937, **122**, 99.
8. Fernholz E.: *The thermal decomposition of α -tocopherol*. J Am Chem. Soc. 1937, **59**, 1154.
9. Fernholz E.: *On the constitution of alpha-tocopherol*. J Am Chem. Soc. 1938, **60**, 700.
10. Karrer P., Frizche H., Ringier B.H., Solomon A.: *Synthese des alpha-tocopherol*. Helv Chim Acta 1938, **21**, 820.
11. Olcott H.S., Emerson O.H.: *Antioxidants and the autoxidation of fats. IX. The antioxidant properties of tocopherols*. J Am Chem. Soc. 1937, **59**, 1008.
12. Stern M.G., Robeson C.D., Weisler L., Baxter J.G.: *δ -Tocopherol I: isolation from soybean oil and properties*. J Am Chem. Soc. 1947, **69**, 869.
13. Pennock J.F., Hemming F.W., Kerr J.D.: *Reassessment of tocopherol chemistry*. Biochim Biophys Res Commun, 1964, **17**, 542.
14. Whittle K.J., Dunphy P.J., Pennock J.F.: *The isolation and properties of δ -tocotrienol from Hevea latex*. Biochem J, 1966, **100**, 138.
15. Eitenmiller R.R., Ye L., Landen W.O.: *Vitamin analysis for the health and food sciences*. Second Edition. Taylor & Francis Group, 2008.
16. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature, *Nomenclature of tocopherols and related compounds. Recommendations 1937*. Eur J Biochem 1974, **46**, 217.
17. IUPAC-IUB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN), *Nomenclature of tocopherols and related compounds: recommendations 1981*. Eur J Biochem 1982, **123**, 473.
18. AIN Committee on Nomenclature, *Nomenclature policy: generic descriptors and trivial names for vitamins and related compounds*. J Nutr 1990, **120**, 12.
19. Diplock A.T.: *Antioxidants and disease prevention*. Mol Aspects Med 1994, **15**, 293.
20. Mayer H., Metzger J., Isler O.: *Die stereochemie von natürlichem γ -tocotrienol (plastochromanol-3), plastochromanol-8 und plastochromanol-8'*. Helv Chim Acta 1967, **50**, 1376.

21. Nogala-Kałucka M., Siger A.: *Tocochromanols – bioactive compounds of oilseeds. From biosynthesis to biomarkers.* Oilseed Crops, 2011, **32**.
22. Szymańska R., Nowicka B., Kruk J.: *Witamina E — metabolizm i funkcje.* Problemy Nauk Biologicznych, 2009, **58**.

*Mgr Aleksandra ZIELIŃSKA jest doktorantką w Pracowni Chemii Stosowanej na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Stopień magistra chemii kosmetycznej uzyskała w 2013 r. W pracy zajmuje się badaniem własności fizykochemicznych olejów roślinnych oraz preparatyką, analizą stabilności i parametrów fizykochemicznych formulacji je zawierających. Jej zainteresowania naukowe koncentrują się dodatkowo wokół zastosowań nanotechnologii dla celów medycznych i kosmetycznych. Jest autorką 5. artykułów naukowych oraz 7. umieszczonych w materiałach zjazdowych konferencji krajowych i międzynarodowych, a także 3 prezentacji na konferencjach krajowych.

e-mail: zielinska-aleksandra@wp.pl

Prof. UAM dr hab. Izabela NOWAK jest profesorem nadzwyczajnym i kierownikiem Pracowni Chemii Stosowanej na Wydziale Chemii Uniwersytetu imienia Adama Mickiewicza w Poznaniu. W ramach stypendium TEMPUS przebywała w latach 1992–1993 na Uniwersytecie Reading (UK), gdzie napisała pracę magisterską. W 1993 r. otrzymała tytuł magistra chemii, zaś w 1997 r. stopień naukowy doktora w zakresie chemii. Odbiła także staż podoktorski w Leverhulme Centre for Catalysis w Liverpool. W 2006 r. otrzymała stopień doktora habilitowanego za badania nad syntezą, charakterystyką i katalitycznymi właściwościami nanoporowatych materiałów w procesie utleniania w fazie ciekłej. Jej obecne zainteresowania naukowe koncentrują się wokół syntezy i modyfikacji uporządkowanych materiałów, ich właściwości tekstualnych/strukturalnych/powierzchniowych/kwasowo-zasadowych/redoks, heterogenicznie katalizowanych syntez wysoko-wartościowych chemikaliów oraz nowoczesnych strategii syntez dla celów kosmetycznych. Jest współautorką ponad 140 prac naukowych, 3 patentów i przedstawiła ponad 300 prezentacji na sympozjach naukowych.

e-mail: nowakiza@amu.edu.pl

Aktualności z firm

News from the Companies

ZMIANY PERSONALNE

Nowy prezes Air Products

Rada nadzorcza Air Products ogłosiła, że od 1 lipca 2014 r. prezesem i dyrektorem generalnym firmy zostanie Seifi Ghasemi, pełniący dotąd funkcję prezesa i dyrektora generalnego Rockwood Holdings. Dotychczasowy prezes John E. McGlade pozostanie na stanowisku do 30 czerwca, po czym przejdzie na emeryturę. (em)

(Informacja prasowa Air Products, 18.06.2014 r.)

Zmiana w zarządzie spółki Radpol

Rada nadzorcza Radpolu odwołała z zarządu Andrzeja Pożarowszczyka. Był on jednym z twórców należącego do Radpolu zakładu Rurgaz. Bezpośredni nadzór nad fabryką Rurgaz pełni obecnie prezes Radpolu, Krzysztof Pióro. Grupa Radpol to wytwórca i dostawca zaawansowanych technologicznie instalacji do przesyłu ciepła, produktów dla energetyki oraz rur z tworzyw sztucznych do instalacji wodnych, kanalizacyjnych i gazowych, a także rozwiązań dla innych gałęzi przemysłu. (kk)

(<http://www.plastech.pl>, 13.06.2014)

Zmiana nazwy Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie reorganizacji Instytutu Nawozów Sztucznych (Dziennik Ustaw z dn. 23. maja 2014 r., poz. 678) z dniem 1 czerwca 2014 r. Instytut otrzymuje nazwę Instytut Nowych Syntez Chemicznych. (kk)

<http://www.ins.pulawy.pl>, 03.06.2014.

WSPOMNIENIE

Zmarła Stephanie Kwolek

W wieku 90 lat zmarła w USA chemiczka polskiego pochodzenia Stephanie Kwolek, która w 1965 r. wraz ze swym zespołem wynalazła kevlar. Kwolek urodziła się w 1923 r. w rodzinie polskich emigrantów w Pittsburghu. Po ukończeniu studiów chemicznych zatrudniła się w laboratoriach przedsiębiorstwa DuPont. Pracowała tam równo 40 lat (1946–1986). Na swoim koncie ma 28 patentów.

Swego największego odkrycia dokonała w połowie lat 60. ub.w. podczas pracy nad specjalnymi włóknami sztucznymi. Opracowała roztwór ciekłych kryształów, który można było przetworzyć w nadzwyczaj wytrzymałe struktury. Obecnie jej wynalazek – kevlar – stosuje się jako element kamizelek kuloodpornych, pancerzy, obuwia, do wzmacniania opon, kabli, lin oraz żagli.

Po przejściu na emeryturę Stephanie Kwolek była członkiem Narodowej Rady Badawczej oraz Akademii Nauk USA. Jako jedna z niewielu kobiet znalazła się na amerykańskiej liście sławnych wynalazców. Prywatnie działała także na rzecz większego udziału kobiet w nauce. (em)

(<http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,400897,zmarla-stephanie-kwolek-wynalazczyni-kevlaru.html>, 24.08.2014 r.)

BADANIA I ROZWÓJ

NCBJ zbada jakość powietrza

Naukowcy Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) zaprojektowali i wybudowali mobilne laboratorium służące do badań jakości powietrza. Jedno z nielicznych tego typu urządzeń w Polsce pozwoli na szybką identyfikację zanieczyszczeń powietrza praktycznie w każdym miejscu, a tym samym wpłynie na poprawę działań mających na celu ochronę naszego zdrowia. Mobilne laboratorium, to specjalny klimatyzowany kontener wyposażony w najnowocześniejszą aparaturę do kompleksowej analizy powietrza. Składa się on m.in. z aparatury będącej w powszechnym użyciu przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska: nowoczesnych analizatorów, grawimetrycznych poborników pyłów jak również zestawów do pomiarów gazowych zanieczyszczeń powietrza, w tym tlenków azotu, tlenku węgla i ozonu. Wkrótce laboratorium wyposażone zostanie w stację meteo z 10-metrowym masztem, kontrolującą warunki meteorologiczne panujące w miejscu pomiarów. Mobilność laboratorium, zapewniona przez małe wymiary (nieco ponad 5,5 m²) oraz lekka i kompaktowa obudowa, a także łatwość podłączenia do samochodu osobowego, pozwolą prowadzić badania w wielu miejscach, w możliwie krótkim czasie. (kk)

(<http://www.ncbj.gov.pl/>, 13.06.2014)

Dokończenie na stronie 595