



Identyfikacja tworzyw sztucznych – propozycja eksperymentu przyrodniczego

Krystyna Chmieleńska, Anna Wolna

Nauczyciele przyrody często podkreślają znaczenie kontaktu z przyrodą w nauczaniu i wychowaniu [1]. Różnorodne zajęcia terenowe, zwłaszcza jeśli nadaje się im rangę eksperymentów, są ich zdaniem najlepszym rozwiązaniem dydaktycznym. Bezpośrednia obserwacja środowiska naturalnego i przekształconego oraz zmian, które w nim zachodzą stanowi podstawę uświadomienia uczniom potrzeby troski o środowisko, rodzi też szacunek dla przyrody, pobudza zainteresowanie procesami w niej zachodzącymi i uczy na piękno.

Kilkanaście Szkół Dydaktyki Chemii [2] oraz konferencje, na których nauczyciele przyrody wymieniali swoje doświadczenia [3] wykazało, że jednym z czołowych problemów współczesnego świata, znajdującym swe odbicie w programach szkolnych jest problem odpadów.

Dynamiczny rozwój przemysłu w XX i XXI w., używanie coraz większej ilości przedmiotów domowego użytku, a zwłaszcza stosowanie jednorazowych opakowań powodują powstawanie coraz większej ilości odpadów. Niestety, znaczne ilości tych odpadów trafiają na wysypiska, a nie do powtórnego przerobu. Wielu z nas niejednokrotnie spotyka się z problemem nie tylko wysypisk komunalnych, które – przynajmniej teoretycznie – powinny spełniać wymogi bezpieczeństwa ekologicznego, ale przede wszystkim tzw. dzikich wysypisk. Opakowania od napojów chłodzących, woreczki po produktach spożywczych, pojemniki po kosmetykach itp. zaśmiecają lasy, plaże, a nawet uczęszczane trasy wysokogórskie. W sąsiedztwie dużych miast i zakładów przemysłowych rosną wielkie hałdy śmieci, w których rozkładające się odpady systematycznie zatrują powietrze, glebę, wody powierzchniowe i podziemne [4].

Statystyczna ilość odpadów przypadających na jednostkę powierzchni jest w Polsce czterokrotnie większa niż w Niemczech i aż dziesięciokrotnie większa niż we Francji. Wśród wyrzucanych odpadów tworzywa sztuczne stanowią od 3-10% całkowitej ich masy i aż 30% ich objętości. Najwięcej odpadów z tworzyw sztucznych dostarcza [5]:

przemysł opakowaniowy	(33%),
budownictwo	(20%),
elektrotechnika	(10%),
transport	(7%),
rolnictwo	(5%).

Pozostałe sektory gospodarki – zaledwie 25% .

Procentowy udział różnych gatunków tworzyw sztucznych przedstawiał się w 1995 r. następująco [5]:

PE	– 57,9%,
PS	– 14,6%,
PVC	– 11,8%,
PP	– 7,9%,
PET	– 3,4%,
inne	– 4,4%.

Z powyższych danych wynika, że najpowszechniej stosowane są poliolefiny, co spowodowane jest:

- stosunkowo niską ich ceną,
- szerokimi możliwościami zastosowań,
- dopuszczalnością tworzywa do kontaktu z żywnością na skutek stwierdzenia obojętności fizjologicznej, tzw. czystością ekologiczną związaną z brakiem w ich budowie innych pierwiastków poza węglem i wodorem.

Tworzywa sztuczne wytwarzane są z polimerów organicznych i szeregu dodatków takich jak: napełniacze, zmiękczacze, pigmenty, barwniki i stabilizatory. Rodzaj użytych dodatków i sposób przetwarzania powodują, że tworzywa wykonane z tego samego polimeru są wizualnie różne, a tworzywa z różnych polimerów mogą się wydawać identyczne.

Produkowane obecnie wyroby z tworzyw sztucznych powinny być oznakowane. Oznakowania mogą być literowe (patrz tabela 1 i 2) lub cyfrowe, i tak przykładowe numery kodowe, zgodne z normą DIN są następujące: PET – 01, PEHD – 02, PVC – 03, PELD – 04, PP – 05, PS – 06. Oznakowanie to ma ścisły związek z szybkością ich identyfikacji i ewentualnym recyklingiem. Często jednak na wysypiska trafiają wyroby zniszczone, połamane lub wyprodukowane w okresie, kiedy umieszczanie na wyrobach oznakowań nie było bezwzględnie wymagane i odnalezienie znaku identyfikacyjnego nie jest możliwe.

Przyglądając się tabeli 1 należy zauważyć, że przez dobór zestawu monomerów, sposobów ich polimeryzacji i przetwarzania można uzyskać produkty o różnorodnych właściwościach. To właśnie mieszanina polimerów z innymi składnikami, przetworzona w wybraną formę użytkową nosi nazwę tworzywa sztucznego. Znajomość właściwości tych tworzyw, a zwłaszcza ich zachowanie podczas ogrzewania i palenia oraz wygląd i zapach produktów rozkładu umożliwiają ich identyfikację.

Dla ułatwienia rozpoznania znalezionych odpadów z tworzyw sztucznych podajemy proste sposoby ich identyfikacji. Wystarczy do tego turystyczny palnik gazowy, spirytusowy a nawet wydajna zapalniczka oraz metalowa pinceta służąca do uchwycenia kawałka tworzywa. Należy zwracać baczność uwagę na to, aby przystępując do palenia próbki wkładać do płomienia tylko niewielki jej kawałek. Przestrzeganie tej zasady bezpieczeństwa jest nieodzowne; uniemożliwia bowiem nagłe zapalenie się dużej masy tworzywa oraz pozwala uniknąć poparzenia, jaki może spowodować kapanie topiących się polimerów. Wyniki prób płomieniowych podane są w tabeli 2.

Tabela 1

Charakterystyka typowych tworzyw sztucznych [6,7]

Oznakowanie	Nazwa tworzywa	Wygląd i cechy charakterystyczne	Zastosowanie
PE PE-LD PE-HD	polietylen PE małej gęstości PE dużej gęstości	miękkie kształtki lub folia o dotyku twardej parafiny	worki opakowaniowe, butelki do lekarstw i kosmetyków, podstawki, pojemniki na żywność, izolacje elektryczne
PP	polipropylen	bardziej twardy od polietylenu	szttywne folie, opakowania po cukierkach, waflach, makaronie, nakrętki, sztywne butelki, pojemniki o różnym przeznaczeniu, talerzyki turystyczne, opakowania po jogurtach, strzykawki
PS	polistyren	szttywne, przezroczyste lub pigmentowane tworzywo o metalicznym dźwięku lub sztywne tworzywo piankowe	sztućce, kubki na napoje, różnorakie opakowania, folia do wykładania bombonierek, zabawki, opakowania i izolacje styropianowe
PVC	poli(chlorek winylu)	w odmianie twardej - <i>winidur</i> - z wyglądu podobny do polipropylenu, w odmianie miękkiej - <i>winiplast</i> - bardziej miękkiej od polietylenu	rury, płyty, opakowania po tabletkach i drażetkach, zabawki, wężyki do paliwa, folie, okładki na zeszyty i dokumenty
PMMA	poli (metakrylan metylu)	szkło organiczne bezbarwne i kolorowe	znaki odblaskowe, klosze świateł sygnalizacyjnych w samochodach, szybki
PC	poliwęglan	szkło organiczne podobne do PS i PMMA lecz bardziej wytrzymałe mechanicznie	butelki dla niemowląt, szyby, klosze świateł sygnalizacyjnych w drogich samochodach
PA	poliamid	tworzywo z wyglądu podobne do rogu	włókna lub żyłki, izolacje elektryczne, kształtki użytkowe, grzebienie
PET	poli(tereftalan etylenu)	tworzywo przezroczyste	opakowania po napojach
PBT	poli(tereftalan butylenu)	tworzywo bardziej elastyczne niż PET	izolacje, folie
PF	tworzywo fenolowo-formaldehydowe (bakelit)	nietopliwe, nieprzezroczyste tworzywo	zakrętki, izolatory elektryczne, przedmioty codziennego użytku. Obudowy
MF	tworzywo melaminowo-formaldehydowe	tworzywo twarde, nieprzezroczyste, białe lub barwne, nietopliwe	talerze, opakowania sztywne, izolatory
PUR	poliuretan	pianki elastyczne i sztywne, tworzywa elastyczne	gąbki, wypełnienia foteli, podeszwy butów

Tabela 2

Zachowanie tworzyw w płomieniu palnika [8,9]

Zachowanie się w płomieniu (rodzaj płomienia)	Zachowanie się w płomieniu przed spaleniem	Dodatkowe cechy charakterystyczne	Typ tworzywa
próbka pali się nie kopącym płomieniem	ciemnieje i kapie	wyczuwalny zapach palonego białka (włosów), ze stopu można wyciągać nitki	PA
	kapie	po zgaszeniu płomienia wyraźnie wyczuwalny zapach parafiny	PE
		zapach ostry przypominający palące się znicze, ze stopu można wyciągać nitki	PP
	nie kapie, pali się trzaskającym płomieniem	próbka na powierzchni bąbelkuje, wyczuwalny zapach przypominający zmywacz do paznokci	PMMA
	zapala się z trudem, po wyjęciu z płomienia gaśnie	wyczuwalny zapach formaliny	PF
		wyczuwalny zapach palonej ryby	MF
pali się kopącym płomieniem	kapie	zapach ostry, w dużych rozcieńczeniach przypominający hiacynty	PS
	nie kapie	zapach aromatyczny	PET
		gaśnie po wyjęciu z płomienia, ciemnieje w miejscu przypalenia	PC
		charakterystyczny duszący zapach, nierozpuszczalny	PUR
		bardzo ostry zapach, próbka pali się lub gaśnie po wyjęciu z płomienia, ciemnieje, w obecności drutu miedzianego daje zielony płomień, zwilżony papierek wskaźnikowy poddany działaniu par zabarwia się od wydzielonego HCl.	PVC

Powyższy schemat identyfikacji tworzyw sztucznych przedstawiano na studiach podyplomowych „Nauczyciel przyrody”, organizowane przez Centrum Edukacji Nauczycielskiej Uniwersytetu Wrocławskiego oraz podyplomowym studium „Eksperyment w nauczaniu chemii” zorganizowanym w Politechnice Wrocławskiej. Każdy z słuchaczy studiów podyplomowych zobowiązany był – posługując się głównie obserwacjami zachowania w płomieniu palnika – do samodzielnego wykonania analizy nieznanego tworzywa sztucznego. Poproszeni o ocenę tych zajęć podkreślali prostotę i łatwość identyfikacji, byli przekonani o dużej przydatności tej metody identyfikacji tworzyw sztucznych w szkole, zwłaszcza podczas przeprowadzania zróżnicowanych tematycznie zajęć terenowych. Większość z nich wiązała się w sposób mniej lub bardziej bezpośredni z problemem segregacji odpadów.

Selektywne zbieranie tworzyw sztucznych jest najbardziej efektywną formą prowadzącą do rozpowszechnienia recyklingu jako sposobu likwidacji odpadów. Niekiedy bywa to w miarę proste, np. gdy mamy do czynienia z odpadami użytkowymi pochodzącymi z tego samego źródła np.: worki ponawozowe i folie ogrodnicze (PE), worki tkane (PP), osłony kabli, wykładziny (PVC), itp. W takich przypadkach proces oczyszczania jest mniej kosztowny niż w przypadku odpadów komunalnych, bo można pominąć proces segregacji.

Odzyskiwania tworzyw sztucznych z odpadów komunalnych, stanowiących ogromny procent ogółu odpadów, nie jest łatwe nie tylko ze względu na ich różnorodność, ale również ze względu na stopień zanieczyszczenia. Te dwa czynniki powodują, że większość odpadów komunalnych jest niestety – składowana. To najprostsza metoda, ale długotrwała i wymagająca sporych nakładów finansowych na prawidłowo wykonane składowiska. Z tego zapewne powodu w ostatnich latach wzrosło zainteresowanie biodegradacją modyfikowanych tworzyw sztucznych powodowaną przez mikroorganizmy po wprowadzeniu degradowalnego napelnacza, np. skrobi. Przez stosowanie specjalnych dodatków do polimeru można również przyspieszać degradację tworzywa zachodzącą pod wpływem światła czy tlenu z powietrza. Więcej danych dotyczących tej problematyki można znaleźć w literaturze fachowej z dziedzin nauk ekologicznych i chemii polimerów.

Literatura cytowana

- [1] Wyniki ewaluacji i ustne wypowiedzi słuchaczy kwalifikacyjnych studiów podyplomowych.
- [2] Materiały V-XI Szkół Dydaktyki Chemii.
- [3] Np. I Ogólnopolskie Forum Nauczycieli Przyrody, Wrocław, 18 września 2000.
- [4] H. Kaczmarek, *Polimery* 1997, 52 (9), 521.
- [5] M. Przygoda, *Tworzywa sztuczne a środowisko*, Materiały Sympozjum „Ochrona środowiska w nauczaniu szkolnym”, Toruń 6-9 IX 1995, str. 42.
- [6] H. Saechtling, *Tworzywa sztuczne – poradnik*, WNT, Warszawa 2000.
- [7] J. Pielichowski, A. Puszyński, *Technologia tworzyw sztucznych*, WNT, Warszawa 1998.
- [8] *Analiza polimerów syntetycznych*. Praca zbiorowa, WNT, Warszawa 1970.
- [9] A. Puszyński, *Tworzywa sztuczne (rozdział 11) w Skrypcie dla studentów Wydziału Górniczego PWr.*, Wrocław 1993.