LISTOPAD - GRUDZIEŃ 2017 NAKŁAD 1500 EGZ. • ISSN 1426-6210

ZIELONA PLANETA

Dwumiesięcznik
Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego

6(135)

ZIELONA PLANETA

Kolegium redakcyjne:

Włodzimierz Brząkała

Krystyna Haladyn - redaktor naczelna

Maria Kuźniarz

Aureliusz Mikłaszewski

Maria Przybylska-Wojtyszyn

Bogusław Wojtyszyn

Korekta:

Maria Przybylska-Wojtyszyn

Opracowanie graficzne:

Bogusław Wojtyszyn

Układ typograficzny i łamanie:

Marcin Moskała

Wydawca:

Dolnośląski Klub Ekologiczny

ul. marsz. J. Piłsudskiego 74

50-020 Wrocław

Adres redakcji:

50-051 Wrocław

pl. Teatralny 2

http://www.ekoklub.wroclaw.pl/

e-mail: klub@eko.wroc.pl

tel./fax (+48) 71 347 14 45

tel. (+48) 71 347 14 44

Konto bankowe:

62 1940 1076 3116 0562 0000 0000

(Credit Agricole Bank Polska S.A.)

Wersja internetowa czasopisma:

http://www.ekoklub.wroclaw.pl

http://www.esd.pl/zplaneta

Redakcja zastrzega sobie prawo wprowadzania skrótów w tekstach autorskich.

Za zawartość merytoryczną tekstów odpowiadają autorzy.

Przedruk lub inny sposób wykorzystania materiałów za wiedzą i zgodą redakcji.

Obsługa poligraficzna:

ESD-Drukarnia Ewa Moskała

ul. Paczkowska 26

50-503 Wrocław

Nakład: 1500 egz.

ISSN 1426-6210

Z okazji Świąt Bożego Narodzenia i Nowego Roku,

wszystkim członkom i sympatykom Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego oraz czytelnikom „Zielonej Planety" życzenia zdrowia, czystego środowiska, sukcesów w pracy zawodowej i działalności klubowej, a także cierpliwości i umiejętności cieszenia się z tego, co udało się osiągnąć oraz wytrwałości w realizacji nowych planów, a także radości i uśmiechu na co dzień przekazuje:

Zarząd DKE i Zespół redakcyjny „Zielonej Planety"

SPIS TREŚCI

FORUM EKOLOGICZNE

Może być gorzej niż się wydaje – *Aureliusz Mikłaszewski* 3

Opowieść o produktach pszczelich. Cz. XIV – *Maciej Winiarski* 7

Dom energooszczędny a dom pasywny w zapotrzebowaniu na ciepło – *Henryk Wojciechowski* 9

Kod paskowy trzmiela – *Karolina Konopska* 13

Innowacyjne kierunki pozyskania energii z biomasy odpadowej – *Andrzej Białowiec* 16

PREZENTACJE

Rzadkie i zagrożone rośliny południowo-zachodniej Polski. Cz. II – *Michał Śliwiński* 21

Gatunki inwazyjne

Sposób na niecierpka drobnokwiatowego – czy grzyb uratuje nas przed inwazją? – *Katarzyna Patejuk* 24

Zdjęcie na okładce:
„Grudniowa róża",
fot. Aureliusz Mikłaszewski

Publikacja dofinansowana ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

MOŻE BYĆ GORZEJ NIŻ SIĘ WYDAJE

AURELIUSZ MIKŁASZEWSKI

Chodzi o skutki globalnego ocieplenia. Mamy wtedy na myśli wzrost temperatury, który spowoduje podniesienie poziomu mórz i oceanów, podtopienia przybrzeżnych terenów, a nawet zalanie dalekich państw wyspiarskich i zmiany z plonowaniu, np. dla kukurydzy korzystne, dla ziemniaków - mniej. Zbytnio się tym nie przejmujemy, gdyż wydaje się, że są to zagrożenia odległe w czasie i dziś, jutro, właściwie nic nam nie zagraża.

Tymczasem kolejne konferencje klimatyczne COP-y (ang. *Conferences od the Parties*), a szczególnie ta ostatnia – COP w Paryżu w roku 2015, wskazują wyraźnie, że tempo ocieplania się klimatu wzrosło i że odpowiada za nie działalność człowieka, głównie poprzez emitowanie gazów cieplarnianych, a wśród nich emisje dwutlenku węglaze spalania paliw kopalnych. Co nas czeka?

Pisze o tym Marcin Popkiewicz, analityk megatrendów na portalu internetowym (wrzesień 2017) „W scenariuszu biznes jak zwykle, w którym ludzkość nie podejmuje żadnych nowych działań ukierunkowanych na ograniczenia emisji, możemy się spodziewać wzrostu temperatury do końca stulecia o około 4,5°C, a w kolejnych stuleciach nawet 2-3 razy tyle. Efekty byłyby katastrofalne. Dość powiedzieć, że 4°C to różnica średniej globalnej temperatury w maksimum epoki lodowcowej i w holocenie – tyle, że wtedy taka zmiana klimatu trwała 10 000 lat, teraz raptem 100."

W roku 2015, w Porozumieniu Paryskim, które będzie obowiązywało po roku 2020, podjęto zobowiązania do utrzymania wzrostu średniej temperatury na Ziemi nie więcej niż o 2°C ponad tej z poziomu przedprzemysłowego, a także dołożenie starań, by ten wzrost nie był większy niż 1,5°C. Dziś, w świetle informacji o nadal wysokiej emisji gazów cieplarnianych (GHG, zang. *greenhousegas*), a szczególnie emisji CO_2 z energetyki, powstrzymanie ocieplenia na poziomie 1,5°C jest właściwie nierealne, gdyż wymagałoby prawie całkowitego zaprzestania spalania paliw kopalnych w ciągu kilku lat, a tego nikt na świecie tak szybko nie planuje.

Powstrzymanie wzrostu temperatury Ziemi do +2°C, w porównaniu do okresu przedprzemysłowego, jest też bardzo trudnym zadaniem, gdyż konieczne będzie także ograniczenie spalania paliw kopalnych, które nie spowoduje przekroczenia stężenia CO_2 w atmosferze Ziemi na poziomie 450 ppm. Aby to osiągnąć należy szybko redukować emisje, by w połowie XXI wieku osiągnąć równowagę pomiędzy emitowaniem, a pochłanianiem CO_2. Czasu na osiągnięcie tej równowagi pozostało niewiele, gdyż wg „Nature" (2017), gdyby roczna emisja CO_2 pozostawała bez zmian (ok. 36 mld ton), to „budżet emisyjny" zostałby wyczerpany ok. 2035 roku. Jeśli roczna emisja będzie się zmniejszała, to zależnie od tempa tych zmian może się to stać trochę później. Trzeba jednak wziąć pod uwagę procesy przyspieszające ocieplanie się klimatu, jak zmniejszenie się białej powierzchni pokrywy lodowej silnie odbijającej promieniowanie słoneczne (albedo) czy szybsze rozmrażanie się wiecznej (?) zmarzliny i uwalnianie metanu, które zależnie od ich intensywności,mogą znacznie ocieplenie przyspieszyć.

Trzeba się więc liczyć z tym, że wobec braku zdecydowanej reakcji ocieplenie nastąpi i trzeba się do tego przygotować.

Co nas czeka?

W lipcu tego roku (2017) w New York Magazine ukazał się artykuł Davida Wallace-Wellsa pt. „Nieprzyjazna Ziemia" (*The Uninhabitable Earth*), opracowany po polsku przez Krzysztofa Bułgajewskiego. Na podstawie materiałów naukowych i wywiadów z naukowcami rysuje się obraz przyszłości Ziemi, która stanie się w znacznej części niezdatna do zamieszkania, nieprzyjazna dla coraz liczniejszej populacji ludzi.

Na początek parę informacji, o których w Paryżu (2015) jeszcze nie wiedziano. W zimie 2016/17 przez wiele dni temperatury w okolicy bieguna północnego były o co najmniej 20°C wyższe niż zwykle. Zaczęły się intensywniej topić lądolody i wieczna zmarzlina. Szacuje się, że arktyczna wieczna zmarzlina zawiera ok. 1800 mld ton węgla związanego w substancji organicznej. Węgiel uwalnia się do atmosfery w postaci dwutlenku węgla (CO_2) i metanu (CH_4). Metan jest dla ocieplenia ok. 21 razy aktywniejszy od dwutlenku węgla (w skali stulecia), a w początkowym okresie (20 lat) jego działanie jest aż 86 razy mocniejsze niż CO_2.

Z danych satelitarnych wynika, że od roku 1998 klimat ociepla się ok. 2 razy szybciej niż sądzono, a w maju 2016 roku powstało pęknięcie ogromnego lodowca szelfowego na Antarktydzie (Larsena) i niespotykanej dotąd wielkości bryła lodowca oddzieliła się od lądolodu Antarktydy. O tym też w Paryżu (jeszcze) nie wiedziano.

Takie zjawiska, choć przewidywalne z pewnym prawdopodobieństwem, nie są nagłaśniane ze względu na „powściągliwość naukową", która nakazuje ostrożność w przedstawianiu wyników badań, a szczególnie prognoz z nich wynikających. W rezultacie mamy obraz zmian, który wydaje się mniej alarmujący i nieskłaniający do zdecydowanych działań wobec ostrożnych prognoz. W świetle tych uwag, gdy trudno wykluczyć scenariusze możliwych zdarzeń, należy mieć świadomość tego, co jednakmoże się wydarzyć, jak potwierdzają to fakty o przyspieszeniu ocieplenia.

Globalny wzrost temperatury o +2°C uważa się za próg katastrofy. Przyjęty w Paryżu jako nieprzekraczalna granica, będzie trudny do dotrzymania. A to oznacza wzrost poziomu oceanów o kilka metrów, zatopienie znacznych, gęsto zabudowanych obszarów przybrzeżnych i wyspiarskich. Najnowszy raport IPCC (Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu, z ang. *International Panel of ClimateChange*) przedstawia dla scenariusza „biznes jak zwykle", że do końca tego stulecia osiągnie ocieplenie średnio +4°C. Górny zakres tej prognozy to prawie +8°C i to bez uwzględnienia topnienia zmarzliny, i bez pełnego efektu zmiany albedo. W świetle tego raportu wzrost poziomu oceanów o kilka metrów nie wydaje się przesadzony, gdyż kiedy ostatni raz temperatura była wyższa o +4°C poziom morza był dziesiątki metrów wyżej niż obecnie(Peter Brannen „*The End of the World*").

Bardzo dobrym przykładem zagrożenia zmianami klimatu, jest najbardziej znane wymieranie organizmów w okresie permu sprzed 252 mln lat. Uwolniony do atmosfery CO_2 spowodował wzrost temperatury o 5°C i uwalnianie arktycznego metanu, co spowodowało wymarcie 97% organizmów żywych. A obecne tempo wzrostu emisji jest znacznie szybsze niż 252 mln lat temu. Szacuje się, że jest ono ok. 10 razy szybsze na skutek intensywnego spalania paliw kopalnych i przyspiesza (albedo, zmarzlina, wycinanie lasów). Prowadzi to do wniosku, że obecne programy redukcji emisji CO_2 są niewystarczające i trzeba się przygotować na stawienie czoła katastrofie klimatycznej.

Jak ona będzie wyglądała, tego dokładnie nie wiemy, ale na podstawie znanych zależności życia na Ziemi od warunków fizycznych związanych ze wzrostem średniej temperatury możemy niektóre elementy tej katastrofy w sposób wiarygodny przedstawić.

Temperatura

Ludzie i gatunki należące do ssaków żyją w określonym, stałym przedziale temperatur umożliwiającym funkcjonowanie organizmów. Przed niskimi temperaturami chroni ludzi ubranie i ogrzewanie pomieszczeń, przed wysokimi – możliwość obniżania temperatury przez chłodzenie ciała w powietrzu i pocenie się. Psy i wiele innych ssaków dysząc - chłodzą organizm. Ale przy wzroście temperatury o ok. 7°C przetrwanie ssaków i ludzi w części okołorównikowej Ziemi będzie niemożliwe ze względu na brak możliwości chłodzenia organizmów. Szczególnie zagrożone będą obszary tropikalne, o dużej wilgotności powietrza dochodzącej do 90%. Poglądowo przedstawia się tę zależność jako temperaturę mokrego termometru (owiniętego mokrą tkaniną). Obecnie osiąga ona w gorących rejonach ok. 26-27°C. Wartością graniczną dla człowieka jest 35°C, gdy chłodzenie (oddawanie ciepła otoczeniu) nie będzie możliwe i te rejony Ziemi staną się nieprzyjazne dla człowieka. Ale zanim zbliżymy się do wartości granicznej będziemy mieli do czynienia ze stresem cieplnym, gdy temperatura zacznie negatywnie oddziaływać na człowieka, uniemożliwiając pracę, wypoczynek i w ogóle przebywanie w takim rejonie.

Z raportów IPCC wynika, że przebywanie na świeżym powietrzu stanie się w przyszłości szkodliwe dla zdrowia. Od roku 1980 na świecie zaobserwowano 50-cio krotny wzrost ilości miejsc z ekstremalnymi i niebezpiecznymi dla życia temperaturami. Przewiduje się, że nawet jeśli udałoby się osiągnąć cel Porozumienia Paryskiego (+2°C) to duże metropolie, jak Kalkuta czy Karaczi, o dużej wilgotności powietrza, nie będą nadawały się do zamieszkania, bo co roku będą tam panowały fale upałów, jak w roku 2015, gdy wiele osób tego nie przeżyło.

Szacuje się, że w środowisku cieplejszym o 6°C stres cieplny w Nowym Jorku przekroczy poziom dzisiejszego Bahrajnu, jednego z bardziej gorących miast na świecie. A w Bahrajnie ludzie będą doświadczać hipertermii (przegrzania) przez całą dobę i po prostu nie da się tam żyć. Czy tak duży wzrost temperatury jest w ogóle możliwy? Tak, gdyż górna wartość prognoz IPCC jest jeszcze o 2 stopnie wyższa (+8°C).

Można będzie oczywiście chłodzić się w pomieszczeniach zamkniętych, ale klimatyzacja będzie potrzebowała większej ilości energii, w tym ze spalania paliw kopalnych, co dodatkowo zwiększy emisję CO_2 i ocieplenie jeszcze przyspieszy. Nie da się też chłodzić w ten sposób całych rejonów tropikalnych Ziemi. Staną się one nieprzyjazne dla człowieka.

Żywność

Ze wzrostem temperatury będzie jej mniej. Wydawało się, że ocieplenie klimatu przyczyni się do zwiększenia plonów, np. kukurydzy czy winogron i przesunie wegetację bardziej na północ (na naszej półkuli). Ale okazuje się, że już teraz większość roślin uprawnych rośnie w klimacie cieplejszym od optymalnego i dalszy wzrost temperatury o 1°Cspowoduje spadek plonów o ok. 10%, a nawet - wg innych szacunków o 15-17%. Jeśli Ziemia ogrzeje się o 5°C do końca obecnego stulecia, to światowe plony zbóż będą mniejsze o ok. 50%. A ludzi do wykarmienia będzie o ponad 2 miliardy więcej. Co do przesunięcia upraw rolnych na północ (Grenlandia, Syberia, Kanada) – nowo pozyskane czy te spod lądolodu na Grenlandii ziemie nie będą się nadawały do masowych upraw ze względu na niską wydajność lub po prostu brak gleby. Kilkaset lat musiałoby upłynąć, aby ich zasobność, utworzony humus i części organiczne pozwoliły na rozwój rolnictwa na tych terenach.

Jeszcze większym problemem niż wzrost temperatury może być susza, gdyż żyzne gleby nie będą miały wystarczającej ilości wody. Prognozy na koniec obecnego wieku są jednoznaczne – susze będą coraz częściej występowały na całej Ziemi. Jeśli emisje CO_2 się nie zmniejszą, to od roku 2080 cała południowa Europa stanie się obszarem permanentnej suszy. Jeszcze gorzej będzie na Bliskim Wschodzie. Susze obejmą obszary Chin (gęsto zaludnione), Afryki, Ameryki Środkowej i Południowej oraz Australii.

To się przełoży na spadek wydajności rolnictwa i będzie narastał problem głodu na świecie. Wg ONZ liczba osób narażonych w różnym stopniu na głód wynosi dzisiaj ok. 800 mln, a zwiększenie obszarów głodu będzie przyczyną masowych migracji ludności i konfliktów zbrojnych o dostęp do wody i żywności.

Choroby

Topnienie wiecznej zmarzliny, poza emisją dwutlenku węgla i metanu, niesie jeszcze zagrożenia, o których mało się mówi – są to zamrożone od tysięcy (milionów?) lat bakterie. Mogą okazać się groźne, bo wykształcone w drodze ewolucji układy odpornościowe człowieka nigdy się z nimi nie zetknęły i nie umiałyby z nimi skutecznie walczyć. Czy to w ogóle jest możliwe?

Na Alasce odkryto pozostałości po grypie z 1918 r., na którą zmarło aż 100 mln ludzi (zachorowało ok. 500 mln). BBC poinformowało o podejrzeniach, że w syberyjskiej zmarzlinie przechowały się ospa i dżuma. Nawet, jeśli większość z nich nie przetrwa rozmrażania, to zagrożenia nie wolno lekceważyć. W roku 2005 przywrócono do życia bakterię sprzed 32 tys. lat, a w 2008 r.– sprzed 8 mln lat. To co jest możliwe w laboratorium trudno wykluczyć, że nie będzie możliwe w rozmarzającym środowisku, ale bez żadnej kontroli. A taki przypadek zdarzył się, gdy z zamarzniętego przed 75 lat renifera uwolniły się bakterie wąglika - zabiły ponad 2000 reniferów i jedną osobę, a wiele ludzi zaraziły.

Ocieplenie klimatu spowoduje przesunięcie na północ i południe stref chorób tropikalnych. Migrują coraz dalej na północ komary przenoszące malarię. Wzrost temperatury o 1°C przyspiesza 10-krotnie reprodukcję przenoszącego chorobę pasożyta *Plasmodium*. Wg szacunku Banku Światowego do roku 2050 na świecie będzie żyło 5,2 mld ludzi na obszarach zagrożonych malarią, a więc ponad połowa obecnej populacji będzie narażona na chorobę uważana za tropikalną, która na północy nie występuje. Endemiczny wirus Zika (z Ugandy) znalazł dogodne warunki do rozwoju w ocieplającej się Brazylii, dokąd przywędrował korzystając z powszechności podróżowania.

Skażona atmosfera

To się może wydarzyć prędzej niż inne zagrożenia. Chodzi o zanieczyszczenie powietrza produktami spalania węgla, ropy naftowej, mniej od spalania gazu ziemnego. Ale we wszystkich trzech przypadkach jest to emisja CO_2, która przyspiesza efekt cieplarniany i powoduje m.in. susze i coraz częstsze pożary lasów. W USA sezon pożarów lasów wydłużył się od roku 1970 o 78 dni. Wg US Forest Service do połowy obecnego stulecia pożary lasów staną się 2 razy bardziej destrukcyjne niż obecnie. Fala upałów w 2017 r. w połączeniu z suszą spowodowały, że powierzchnia spalonych terenów powiększyła się 3-krotnie. Szacuje się, że w miejscach bardziej podatnych na susze powierzchnia spalonego obszaru wzrośnie pięciokrotnie. To spowoduje dodatkową emisję CO_2 i innych produktów spalania, szkodliwych dla zdrowia ludzi. Do tego dochodzą pożary lasów borealnych i torfu, a więcej pożarów biomasy oznacza większą emisję. Istnieje zagrożenie, że wilgotna dotychczas Amazonia – zielone płuca świata, która już dwukrotnie została dotknięta suszą, może wyschnąć na tyle, że stanie się podatna na duże pożary. To się dotychczas nie zdarzyło w tej skali, ale trudno taki przebieg ocieplania się klimatu wykluczyć. Wtedy do atmosfery dostałaby się jeszcze większa ilość CO_2, a zmalałaby zielona, pochłaniająca CO_2 część puszczy.

Coraz częściej zwraca się też uwagę na skażenie atmosfery od spalania paliw kopalnych. Samo spalanie nie jest zjawiskiem klimatycznym, ale emisja CO_2 proces ocieplania przyśpiesza i przyczynia się do powstania efektów klimatycznych w skali globalnej. W roku 2013 topnienie lodu w Arktyce spowodowało zmiany pogody w Azji. Najbardziej odczuli to mieszkańcy Chin, gdzie zahamowanie ciągłej wentylacji kontynentu, która zanieczyszczenia rozpraszała, spowodowało, że północna część Chin zaczęła odczuwać skutki utrzymującego się miesiącami smogu. Efektem tego był wzrost chorób układu krążenia i oddychania. Szacuje się, że smog był odpowiedzialny za jedną trzecią zgonów w Chinach w roku 2015.

Wywołany ociepleniem wzrost temperatury oddziałuje synergicznie wobec efektów skażenia atmosfery produktami spalania paliw kopalnych i biomasy. W miarę ocieplania się atmosfery należy oczekiwać dalszego wzrostu chorób spowodowanych zatruciem atmosfery, które i tak są już dziś alarmujące. Szacuje się, że codziennie umiera z tego powodu ok. 10 tys. osób, a wg *National Center for AtmosphericResearch* (Narodowe Centrum Badań Atmosfery) do połowy obecnego stulecia Amerykanów dotknie wzrost koncentracji ozonu aż o 70%, gdyż ze wzrostem ocieplenia i intensywnego ruchu samochodowego ilość ozonu w atmosferze rośnie. Według oceny WHO (Światowa Organizacja Zdrowia, ang. *World Health Organization*) do roku 2090 aż 2 miliardy ludzi będzie narażonych na oddychanie powietrzem zawierającym niebezpieczne ilości ozonu. Nadmiar ozonu może też powodować aż 10-krotny wzrost ryzyka wystąpienia u dzieci autyzmu.

Konflikty, wojny

Oby ich nie było, ale zauważono korelacje pomiędzy temperaturą i wojnami (M. Burke, S. Hsiang); wzrost temperatury o pół stopnia C powoduje wzrost od 10 do 20% ryzyka wystąpienia konfliktu. A wzrost temperatury na Ziemi o 5°C będzie oznaczał co najmniej o połowę więcej wojen niż dzisiaj. Coraz więcej wiadomo też o związku pomiędzy klimatem a konfliktami. Gdy zmiany klimatyczne wpływają negatywnie na wydajność rolnictwa, pojawiają się niedostatki żywności albo spadek dochodów przemysłu przetwarzającego surowce z rolnictwa. Niedobory powodują konflikty i migracje. Już dziś liczba migrantów na świecie szacowana jest na ok. 65 mln ludzi. Problemy narastają, gdyż susze i gorsze warunki do życia generują kolejne fale migracyjne, a także narasta konfliktogenny problem dostępu do wody i nowych terenów uprawnych (kosztem środowiska).

„Skamieniały kapitalizm", biedniejszy o połowę

Co to jest? To, co właśnie sobie w skali globalnej fundujemy. To dziś ani jutro jeszcze nas nie dotyka, ale perspektywa jest niewesoła. W II połowie minionego stulecia wydawało się, że wszelkie problemy na Ziemi rozwiąże wzrost gospodarczy. I rzeczywiście, początki wyglądały

obiecująco. Po II wojnie światowej wiele państw, a szczególnie Niemcy, Włochy, Japonia (kto wygrał wojnę?) przeżywały cud gospodarczy, rósł dobrobyt. Ale równocześnie zaczęto dostrzegać, że rozpoczęty w XVIII wieku wzrost gospodarczy (początek uprzemysłowienia) nie jest wynikiem innowacyjności, sposobu organizacji życia lecz odkrycia możliwości pozyskiwania energii z paliw kopalnych. Ten ogromny skok cywilizacyjny i wzrost poziomu materialnego ludzkość zawdzięcza jednorazowemu wykorzystaniu „nowej wartości" w systemie, który dotychczas nastawiony był na powszechne użycie na poziomie aby przetrwać. Ta „nowa wartość" spowodowała, że każde następne pokolenie żyło lepiej od poprzedniego. I to wydawało się normalne, oczywiste, a tym co będzie po spaleniu wszystkich zasobów węgla, ropy i gazu zbytnio się nie przejmowano. Ale „nowa wartość", która tak pomogła gospodarce światowej zaczyna wystawiać rachunek: za zmianę klimatu i jej skutki.

Ciekawe są badania nad ekonomią ocieplenia prowadzone przez Salomona Hsianga i jego zespół. Wynika z nich, że każdy kolejny stopień ocieplenia kosztuje średnio 1,2% wzrostu gospodarczego, a niektóre państwa (tygrysy ekonomiczne) notują wzrost kilkuprocentowy, bliższy 10%. Przewiduje się, że do końca obecnego stulecia na świecie dochody spadną o 23%. Spadek ten spowodują zmiany w rolnictwie, ekstremalne zjawiska pogodowe, przestępczość i koszty dostępności energii; zmiany te mogą być głębsze od prognozowanych. Jest 12% szans na to, że wydajność gospodarki światowej spadnie o 50%, a 51% szans na spadek dochodu na osobę o 20% lub więcej, do końca obecnego stulecia. To byłby świat z gospodarką znacznie, a może nawet, na skutek synergii oddziaływań, o połowę mniejszą z wszelkimi konsekwencjami niedoborów, braków tego, do czego się przyzwyczailiśmy oraz konfliktami o ziemię, wodę, surowce. Na razie wzrost gospodarczy (i potrzebne do tego spalanie paliw kopalnych) jest najważniejszą przyczyną braku zdecydowanych działań w skali globalnej dla ograniczenia emisji CO_2.

Groźne oceany

Bez radykalnych przeciwdziałań redukujących emisję CO_2, poziom mórz i oceanów wzrośnie o co najmniej 1,2 do 3 m (NYM) lub więcej. Podanie dokładnej wartości jest niemożliwe, ze względu na wiele zmiennych czynników klimatycznych, ale pewny jest stały wzrost poziomu oceanów. Ok. 1/3 największych miast świata leży nad morzem lub oceanem. Tam też znajdują się elektrownie atomowe, porty, naturalne ekosystemy rozległych delt, bagien i pola ryżowe. Szacuje się, że nad brzegiem morza mieszka ok. 600 mld ludzi. Zalanie przybrzeżnych terenów będzie oznaczało niespotykaną, choć przewidywalną katastrofę.

Oceany pochłaniają też znaczne ilości emitowanego CO_2. Szacuje się, że jest to ok. 1/3 do ˝ globalnej emisji. Ale pochłanianie CO_2 powoduje zakwaszenie wód oceanicznych, które do końca tego wieku może spowodować dalsze ocieplenie o ok. 0,5°C (zmniejszenie pochłaniania, więcej CO_2 w atmosferze). Oceanolodzy biją na alarm z powodu bielenia raf koralowych. Rafy wspierają ok. Ł morskiego życia i pośrednio dostarczają pożywienia dla ok. 0,5 mld ludzi. Rosnąca kwasowość oceanów zaburzy cykle rozwojowe organizmów bazujących na węglanie wapnia – ostryg, małży. Pochłanianie CO_2 przez oceany może spowodować, że w niedotlenionych wodach pojawią się nowe organizmy, szczególnie bakterie, które spowodują dalsze odtlenianie wód. Pojawią się martwe strefy i śmierć wielu morskich organizmów. Początki tych procesów zaczęły się już w Zatoce Meksykańskiej i u wybrzeży Namibii, gdzie siarkowodór produkowany przez bakterie bazujące na siarce niszczy w morzu organizmy potrzebujące tlenu. To właśnie w Namibii, na Wybrzeżu Szkieletów zachodzi ten proces. Dawna nazwa Wybrzeże Szkieletów, pochodząca z okresu przemysłowego zabijania wielorybów, staje się znów aktualna. Siarkowodór, który w wyniku ocieplenia klimatu w permie (okres geologiczny)zniszczył ok. 97% życia na Ziemi znowu zaczyna, na skutek ocieplenia klimatu, wpływać niszcząco na organizmy żywe.

Co dalej?

Coraz częściej mówi się, że globalne ocieplenie jest moralnym i ekonomicznym długiem za uprzemysłowienie oparte na spalaniu paliw kopalnych.

Ilość wyemitowanego CO_2 w ciągu ostatnich 30 lat jest większa od całej poprzedniej emisji. Po II wojnie światowej gospodarka wyemitowała ok. 85% łącznej emisji od początku uprzemysłowienia. W ciągu życia jednego pokolenia globalne ocieplenie tak przyspieszyło, że w świetle naukowych prognoz ma już cechy katastrofy. Czy zdążymy jej zapobiec?

Światełko w tunelu

Zdążymy, bo…. musimy. Alternatywa jest zbyt drastyczna, by do niej dopuścić. Aby zatrzymać globalne ocieplenie, konieczna będzie prawie 100%-owa redukcja emisji dwutlenku węgla do roku 2050i zebranie ze środowiska nadmiaru CO_2, by nie przekroczyć wzrostu temperatury o +2°C.

To jest cel Porozumienia Paryskiego, które przyjęło 195 państw świata. Czy to się uda? W przeszłości mieliśmy już przykłady udanych realizacji przedsięwzięć pozornie prawie niemożliwych, jak lot na Księżyc (1970 r.) czy chroniący warstwę ozonową Protokół Montrealski (1987 r.). Jest też odpowiedź na pytanie skąd wziąć energię, gdy kopalin zabraknie. Są to odnawialne źródła energii (OZE) i z geotermii, dziś jeszcze za drogie, ale tanieją, gdy energia z kopalin drożeje.

Prąd elektryczny z paneli fotowoltaicznych, ciepło z kolektorów, prąd z wiatraków – to energia uzyskana ze słońca. Jej ilość znacznie przekraczanasze potrzeby energetyczne. Zaledwie 0,03% energii słonecznej, jaka dociera do nas, wystarczy by pokryć potrzeby ludności całej Ziemi. Opanowanie efektywnego, powszechnego pozyskiwania taniej energii z OZE oraz jej magazynowanie umożliwi szybką rezygnację z paliw kopalnych, poprawę czystości atmosfery i zahamowanie ocieplania się klimatu. Daje nadzieję na przetrwanie.

DR INŻ. AURELIUSZ MIKŁASZEWSKI

Opowieść o pszczelich produktach

część XIV

Maciej Winiarski

Ze względu na swoje niezwykłe właściwości prozdrowotne, jeszcze w minionym stuleciu, mleczko pszczele nazywano eliksirem młodości. Badania naukowe dowiodły, że przyjmowanie mleczka pszczelego wspomaga regenerację organizmu, poprawia przemianę materii i oczyszcza organizm z niepożądanych produktów przemiany materii, a zwłaszcza z wolnych rodników [1]

Nie wchodząc w szczegółowe opisy działania w organizmie mleczka pszczelego, podam tylko listę chorób, których leczenie jest skutecznie wspomagane przez przyjmowanie mleczka pszczelego:

1) jest czynnikiem przedłużającym życie,
2) wspomaga funkcjonowanie układu krwionośnego,
3) jest regeneratorem komórek i wzmacniaczem układu immunologicznego człowieka,
4) pomaga w stanach stresu i depresji (jako jedyny środek spożywczy na świecie, zawiera wolną acetylocholinę, które u człowieka są produkowane przez synapsy neuronów),
5) skutecznie wspomaga leczenie bezpłodności u kobiet i mężczyzn,
6) jest wspaniałą substancją w leczeniu chorób wzroku (zwłaszcza krótkowzroczność) i anemii,
7) jest stosowany w leczeniu z alkoholizmu i uzależnień od narkotyków,
8) w osteoporozie kobiet, wzmaga pracę jajników i produkcję estrogenów, zmniejszając postępy tej choroby,
9) doskonale wpływa na szybkie zrastanie się połamanych kości,
10) wzmacnia kondycję fizyczną organizmu co jest szczególnie ważne u sportowców i innych osób poddanych dużemu wysiłkowi fizycznemu,
11) przeciwdziała otępieniu starczemu (demencji),
12) doskonale wspomaga w leczeniu chorób skóry,
13) u osób chorych na cukrzycę uwalnia trzustkę z przymusu wzmożonej produkcji insuliny, przez co poziom cukru we krwi stabilizuje się na właściwym poziomie,
14) wspomaga leczenie stanów zapalnych dróg oddechowych,
15) przeciwdziała wypadaniu włosów,
16) jest nieocenionym (i niedocenianym) lekiem w zapaleniach wątroby wszystkich typów,
17) zdecydowanie obniża ciśnienie tętnicze i jest czynnikiem działającym przeciw zawałom serca [2].

Fot. 1. Apiinhalatorium do wdychania powietrza ulowego. *Źródło: Adam Kapturkiewicz* http://adamv0.republika.pl/www/1pasiekandrzejapin.html

Pisząc o mleczku pszczelim, warto wspomnieć, że Japonia najwięcej na świecie importuje mleczka pszczelego. Import ten wynosi ponad 5000 ton rocznie i chyba nieprzypadkowo średnia życia Japończyków należy do jednych z najdłuższych na świecie. Oczywiście, pszczelarze tego faktu nie mogą przypisywać wyłącznie stosunkowo wysokiej konsumpcji mleczka pszczelego, ale niewątpliwie jest jednym z czynników przedłużających życie człowieka.

W czystej postaci mleczko pszczele jest przyjmowane od 2 do 4 g na dobę (w zależności od schorzenia), zawsze na czczo i często po kuracji 3 miesięcznej robiona jest przerwa 6. tygodniowa i tak aż do cał-

kowitego wyleczenia z danej choroby. Na rynku często możemy spotkać mieszankę miodu i mleczka pszczelego, np. w proporcji: 470 g miodu i 30 g mleczka [3], która dla profilaktyki i poprawienia kondycji jest bardzo dobra, jednak przy danej jednostce chorobowej lepiej jest przyjmować mleczko pszczele w czystej postaci, jako że łatwiej jest ustalić właściwe dawkowanie tego paraleku.

Praca przy pszczołach jest nie tylko uciążliwa ze względu na użądlenia, ale i fizycznie bardzo ciężka. Dlatego przez całe tysiąclecia uważano, iż nie jest to praca dla kobiet, stąd też przy boku mężów wykonywały różne prace pomocnicze. Zresztą, najczęściej tak jest do chwili obecnej. Ale szybka emancypacja w XX wieku spowodowała obecność kobiet i w tym zawodzie, chociaż jeszcze dzisiaj są one jeszcze bardzo nieliczne. Najczęściej, po śmierci męża, kobieta przejmowała pasiekę i kontynuowała jego pracę. Znacznie rzadziej jest to świadomy wybór tego zawodu. Kobiety, jak to kobiety: zawsze próbują, czy jakiś produkt nie pozwoliłby jeupiększyć, bądź utrwalić ich urodę. Dlatego zaczęły próbować smarować twarz i ręce mleczkiem pszczelim pozostałym w mateczniku po wyjściu młodej matki. Okazało się, że te, które to robiły, miały piękną cerę, stąd też dzisiaj przemysł kosmetyczny bardzo szeroko wykorzystuje mleczko pszczele do produkcji kosmetyków, a zwłaszcza stosuje jako dodatek do różnych kremów.

Powietrze ulowe pochodzi z ula zamieszkałego przez żywe pszczoły, które w sezonie aktywnego rozwoju rodziny (od wczesnej wiosny do listopada) średnio na dobę jest wymieniane 200 razy. W powietrzu tym znajduje się dość sporo substancji lotnych pochodzących z miodu, propolisu i pyłku pszczelego. Są to olejki eteryczne, terpeny, flawonoidy, zresztą jak powiada biochemik dr hab. Eberhard Bengsch z Instytutu Maxa Plancka w Monachium, w powietrzu ulowym znajdują się wszystkie składniki, które znajdujemy w produktach pszczelich [4]. Równocześnie powietrze to jest wolne od bakterii, wirusów i zarodników grzybów. Tak bogaty skład powoduje, że tym powietrzem skutecznie leczy się osoby chorujące na: astmę, zaburzenia sercowo-naczyniowe (bóle serca i wahania ciśnienia tętniczego krwi), przewlekłe zapalenie zatok, jamy ustnej, gardła, migdałków, chorób nerwowo psychicznych, takich jak stres, depresje, agresywność, neurozy, neurastenia, zaburzenia snu, nietrzymanie moczu oraz zespół przewlekłego zmęczenia, chorób metabolicznych, m.in. otyłość niedobór białkowo-energetyczny, choroby tarczycy, cukrzyca, chorób układu ruchu, jak uszkodzenia wiązadeł i mięśni, przewlekłych zapaleń stawów, zapalenie mięśni, chorób układu moczowego, w tym przewlekłe zakażenia dróg moczowych, zapaleń nerek, obniżenia odporności immunologicznej; przede wszystkim częste i długotrwałe choroby przeziębieniowe, podniebiennych i oskrzeli, grzybica jamy ustnej, nieżyty błon śluzowych oraz wszelkie infekcje [5].

Fot. 2. Kobieta oddycha przy pomocy maseczki powietrzem prosto z ula. Źródło:https://www.google.pl/search=Maseczki do oddychania powietrzem ulowym

Dawniej, budowało się specjalne pomieszczenia (apiinhalatoria) dla chorych i kilku rodzin pszczelich, od których powietrze ulowe rozchodziło się po całym pomieszczeniu (fot. 1).

Jednak apiterapeuci uznali, że powietrze ulowe ulega zbyt dużemu rozproszeniu w apinhalatorium i współcześnie chorzy zakładają specjalne maseczki i wdychają takie powietrze bezpośrednio z ula.

Już tylko z kronikarskiej solidności, należy wspomnieć o pozostałych produktach pszczelich będących pod lupą naukowców. Wydaje, że najbardziej zaawansowane są badania nad jadem pszczelim, z którym wiąże się wielkie nadzieje w leczeniu chorób reumatycznych [6]. Z racji znacznej liczby uczuleń, w Polsce jeszcze ten produkt nie jest stosowany w leczeniu ludzi. Również trwają prace nad wykorzystaniem larw trutni w apiterapii i ciał tłuszczowych pszczół. Jak widzimy pszczoła miodna ma to nieszczęście, że prawie wszystkie produkty, które ona wytwarza są bardzo użyteczne w wspomaganiu klasycznej medycyny i coraz większe zainteresowanie budzą prawie wszystkie części jej ciała. Ale równocześnie ma to szczęście, że dzięki ciężkiej pracy pszczelarzy, ciągle jest obecna w naturalnym środowisku jej bytowania i człowieka. Ale o zagrożeniach dla bytu pszczoły miodnej wśród nas opowiem Państwu w następnej serii artykułów.

DR INŻ. MACIEJ WINIARSKI

Materiały źródłowe:

http://www.poradnikzdrowie.pl/zywienie/co-jesz/mleczko-pszczele-wlasciwosci-i-dzialanie-lecznicze-zachowaj-dlugowiecznosc-stosujac-mleczko-pszczele_41620.html

http://mleczkopszczele.pl/lecznicze-dzialanie-mleczka-pszczelego/

http://mleczkopszczele.pl/mleczko-pszczele-zuzycie/

http://www.portalpszczelarski.pl/artykul/1015/uloterapia_w_gorach.html

KapturkiewiczAdam http://adamv0.republika.pl/www/1pasiekandrzejapin.html

Tichonow A. I., Bodnarczuk L.I., Tichonowa S.A., Sodzawiczny K., Juriewa A.B., Skrypnik-Tichonow R.I., Michajczenko W.W., Czernaja N. A.; Jad pszczeli w farmacji i medycynie. Teoria, technologia, zastosowanie lecznicze; Przetłumaczył z j. rosyjskiego Bogdan Kędzia;

Przedsiębiorstwo Pszczelarsko-Farmaceutyczne API-POL-FARMA sp. z o.o. Myślenice, 2011.

DOM ENERGOOSZCZĘDNY A DOM PASYWNY W ZAPOTRZEBOWANIU NA CIEPŁO

HENRYK WOJCIECHOWSKI

Stowarzyszenie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju wprowadziło w Polsce klasy energetyczne budynków w zależności od zapotrzebowania na ciepło. Najmniejsze zapotrzebowanie energetyczne mają domy zeroenergetyczne, potem są domy pasywne, energooszczędne i na końcu są domy energochłonne i bardzo energochłonne.

Zapotrzebowanie energetyczne budynku

Zapotrzebowanie energetyczne określa się w kilowatach na metr kwadratowy na rok (kWh/m^2/rok) i oznacza ilość ciepła w kWh potrzebną do ogrzania jednego metra kwadratowego powierzchni budynku w ciągu roku, co przedstawiono na rys.1.

By lepiej zobrazować zapotrzebowanie na ciepło dla budynku pasywnego (15 kWh/m^2/rok) oznacza, że do ogrzania metra kwadratowego powierzchni użytkowej budynku w ciągu roku, należy spalić ok.: 2,5 kg węgla, 1,5 dm^3 oleju opałowego, 1,5 m^3 gazu ziemnego GZ 50 lub zużyć 15 kWh energii elektrycznej.

Na zapotrzebowanie energetyczne budynku mają wpływ:

- strefa klimatyczna i roczny przebieg temperatur w miejscu położenia domu,
- rodzaj materiałów użytych do budowy domu (ściany, dachówki, izolacje),
- ilość przegród w domu,
- wielkość okien,
- usytuowanie domu względem słońca,
- straty ciepła przez przenikanie do gruntu,
- wyposażenie domu w balkony, werandy,
- występowanie mostków cieplnych (miejsc wypływu ciepła),
- jakość instalacji: do odzysku ciepła wentylacyjnego budynku, do pozyskiwania energii promieniowania słonecznego lub ciepła gruntu i wód gruntowych.

Dom tradycyjny

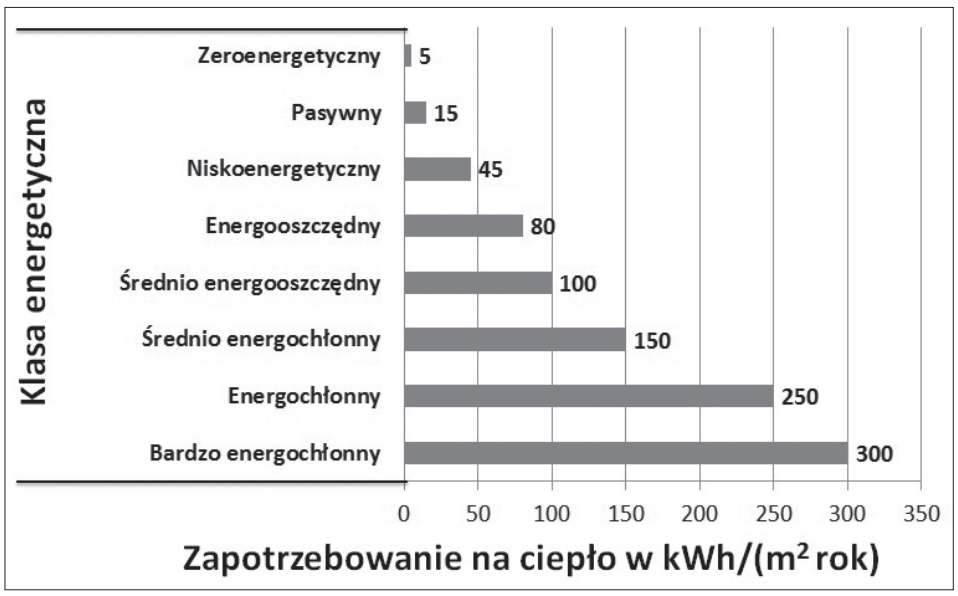
Budowany współcześnie dom tradycyjny powinien spełniać wymagania norm jakie stawia aktualne prawo budowlane, które trzeba przestrzegać. Dom powinien uzyskać świadectwo energetyczne. Dom tradycyjny to taki dom, w którym zapotrzebowanie ciepła powinno wynosić od 100 do 120 kWh/m^2/rok. W tabeli 1. zestawiono wartości zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków w Polsce. Domy z lat 1967–1985 mają zapotrzebowanie na ciepło wynoszące od 240 do 290 kWh/m^2/rok, są to bardzo energochłonne budynki. Aby obniżyć ich energochłonność wykonuje się termomodernizację domu poprzez docieplenie ścian zewnętrznych i stropodachu oraz wymianę okien na szczelne z niskim współczynnikiem przenikania ciepła. Budynki po termomodernizacji obniżają zapotrzebowanie na ciepło o 40–60%, wymaga to również obniżenia mocy cieplnej źródeł ciepła aby nie spowodować wzrostu cen ciepła.

Dom energooszczędny

Domy niskoenergetyczne i energooszczędne mają zapotrzebowanie na ciepło od 30 do 80 kWh/m^2/rok. Osiągnięcie tak niskiego zapotrzebowania na ciepło jest możliwe dzięki zastosowaniu dobrych izolacji przegród zewnętrznych (ocieplenia ścian i stropodachu, okna z szybami trójwarstwowymi, wysokiej jakości drzwi zewnętrzne), redukcji mostków termicznych, wydajnemu systemowi wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła (rekuperacja) i efektywnej instalacji grzewczej. Poza tym w budynku energooszczędnym wykorzystuje się – o ile to możliwe – odnawialne źródła energii (energię promieniowania słonecznego, ciepło gruntu i wód gruntowych, biomasę) oraz kładzie się nacisk na jak najmniejsze zużycie energii elektrycznej i jak najniższą emisję zanieczyszczeń do atmosfery.

Dom pasywny

Do domów energooszczędnych zalicza się również domy pasywne, jego zapotrze-



Rys.1. Zapotrzebowanie na ciepło dla rożnych klas budynków wg Stowarzyszenia na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju (zaczerpnięto z www.termoexpert.com.pl)

Tabela 1. Szacunkowe wartości wskaźnika zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków na przestrzeni lat

Rok budowy domu	Wartość wskaźnika zapotrzebowania na ciepło w kWh/m^2/rok
Domy z lat 1967-1985	240÷290
Domy z lat 1985-1993	160÷200
Domy po 1993 roku	120÷160
Domy po 1998 roku	90÷120

bowanie na ciepło wynosi poniżej 15 kWh/m^2/rok, co znacznie obniża jego koszty zaopatrzenia w ciepło, ale budowa domu pasywnego jest droższa o około 30–40% od budowy domu tradycyjnego.

Pierwszy dom pasywny powstał w Darmstadt (Niemcy). Tam też znajduje się Europejski Instytut Domów Pasywnych, który wydaje stosowany certyfikat, potwierdzający, że dany budynek spełnia kryteria domu pasywnego. Aby dom został uznany za pasywny, musi posiadać bardzo dobrą izolację cieplną ścian zewnętrznych, stropodachu, odpowiednie okna i drzwi oraz wydajny system wentylacji z odzyskiem ciepła, a zapotrzebowanie na ciepło powinno być poniżej 15 kWh/m^2/rok. Taki dom nie może posiadać mostków termicznych. Dom musi mieć również odpowiednią szczelność (test ciśnieniowy) i charakteryzować się minimalnymi stratami ciepła przy przygotowaniu i dystrybucji wody oraz wydajnym użytkowaniem energii elektrycznej. W domu pasywnym nie ma również tradycyjnego systemu ogrzewania – do dogrzewania powietrza wentylacyjnego wlotowego wykorzystuje się odzysk ciepła powietrza wylotowego (rekuperację), energię promieniowania słonecznego, ciepło gruntu i wód gruntowych oraz ciepło wydzielane w domu przez urządzenia i mieszkańców. Widoki zewnętrzne domów tradycyjnych, energooszczędnych i pasywnych przedstawiono na rys. 2.

Odmianą domu pasywnego jest dom autonomiczny (zeroenergetyczny). Jest tak zaprojektowany, by mógł funkcjonować niezależnie od zewnętrznej infrastruktury, czyli bez dostaw z zewnątrz energii i wody oraz odbierania ścieków i tzw. burzówki (wody deszczowej). Porównanie cech domów tradycyjnych, energooszczędnych i pasywnych zestawiono w tabeli 2, a ich zapotrzebowanie na ciepło na rys. 3.

Współcześnie budowany dom powinien być przyjazny zarówno dla swoich mieszkańców, jak i dla środowiska. Konieczność ograniczania zużycia konwencjonalnych nośników energii w skali globalnej, a tym samym zmniejszania negatywnego wpływu człowieka na stan środowiska oraz rosnące ceny energii i w ich konsekwencji zwiększające się koszty eksploatacyjne budynku, spowodowały ukierunkowanie się współczesnego budownictwa na zapewnienie komfortu użytkowników przy jak najmniejszym zapotrzebowaniu budynku na energię. Budownictwo energooszczędne związane jest z większymi kosztami inwestycyjnymi, które rekompensuje znacznie mniejsze zużycie energii na etapie użytkowania budynku, a co za tym idzie – dużo mniejsze koszty eksploatacyjne.

Dom energooszczędny i pasywny – koszty budowy i eksploatacji

Domy energooszczędne choć różnią się w kosztach budowy, to zapewniają niższe opłaty eksploatacyjne. Koszt budowy domu w standardzie energooszczędnym jest o 10-20% większy niż koszt budowy domu tradycyjnego. Budowa domu pasywnego jest o 30-40% większa niż domu tradycyjnego. Skąd biorą się wyższe koszty budowy? To, przede wszystkim, dodatkowa izolacja ścian i stropodachu z zastosowaniem styropianu lub wełny mineralnej, szczelne trójwarstwowe okna, efektywny system grzewczy i wentylacyjny z odzyskiem ciepła. Nowoczesne energooszczędne oświetlenie typu LED pozwala zmniejszyć zużycie

Tabela 2. Porównanie cech domów tradycyjnych, energooszczędnych i pasywnych

Typ wymagań	Jednostka	Wymagania		
		obecne wymagania (2017)	budynek energooszczędny	budynek pasywny
U[1)] dla ściany	W/(m^{2}K)	< 0,3	< 0,2	< 0,15
U dla dachu	W/(m^{2}K)	< 0,25	< 0,2	< 0,1
U dla okna	W/(m^{2}K)	< 1,9 -1,7	< 1,3	< 0,8
Zapotrzebowanie na ciepło	kWh/m^2/rok	brak wymagań	< 80	< 15
Szczelność budynku n_{50}	1/h	brak wymagań	1,5	0,6
A/V (powierzchnia/kubatura)	1/m	brak wymagań	1,1 – 0,7	minimalne
Wentylacja	-	naturalna	mechaniczna z rekuperacją	mechaniczna z rekuperacją
Minimalna temperatura nawiewu	°C	brak wymagań	brak wymagań	16,5
Sprawność odzysku ciepła	%	brak wymagań	>70	>80
Grubość warstwy izolacyjnej ścian zewnętrznych	cm	12	18	ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
Grubość warstwy izolacyjnej dachu lub stropodachu	cm	ok. 16 cm	ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)	ok. 40 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
System ogrzewania	-	tradycyjny	niskotemperaturowy	system grzejników wodnych nie istnieje, stosuje się dogrzewanie powietrza wentylacyjnego
Wykorzystanie energii promieniowania słonecznego	-	nie występuje	kolektory słoneczne w systemie c.w.u.[2)]	kolektory słoneczne w systemie c.w.u.
Usytuowanie okien	-	dowolne	głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przez nadmiernym nasłonecznieniem latem)	głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przez nadmiernym nasłonecznieniem latem)

1) U – współczynnik przenikania ciepła, 2) c.w.u. – ciepła woda użytkowa

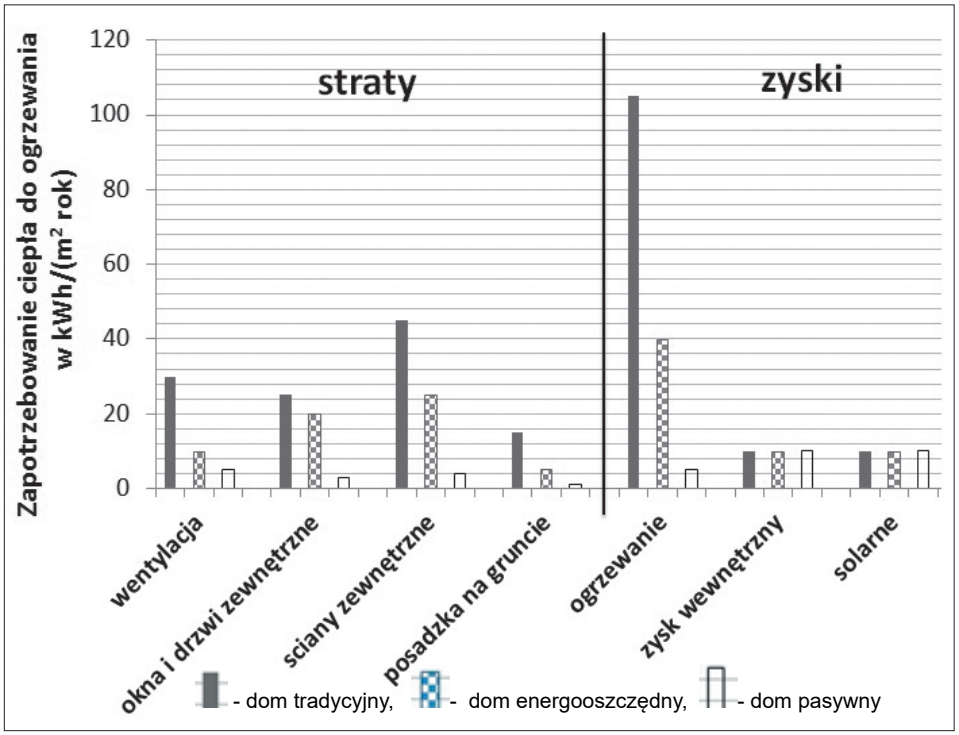
energii elektrycznej nawet o 70% w porównaniu do stosowania tradycyjnych żarówek. Cena żarówek LED jest wyższa od tradycyjnych źródeł światła, ale oświetlenie LED posiada znacznie dłuższy czas użytkowania i oszczędności w zużyciu energii elektrycznej sprawiają, że zakup żarówek LED jest efektywny ekonomicznie.

Koszty budowy domu i ogrzewania w trzech standardach energetycznych zestawiono w tabelach 3 i 4. Dane zaczerpnięte zostały z projektu pt. „Energooszczędne 4 kąty", realizowanego przez Instytut na rzecz Ekorozwoju (InE) i Krajowej Agencji Poszanowania Energii a finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Zgodnie z dyrektywą 2010/31/UE od stycznia 2019 roku budynki użyteczności publicznej, a od stycznia 2021 roku wszystkie nowo wznoszone budynki, będą musiały być projektowane i wykonywane jako „zeroenergetyczne", czyli charakteryzujące zużyciem energii poniżej 5 kWh/m^2/rok. Działania podejmowane w sektorze budownictwa są niezwykle ważne, ponieważ na budynki przypada ponad 40% łącznego zużycia energii w UE, a dostarczane do nich ciepło emituje około 35% emisji gazów cieplarnianych. Głównym celem projektu „Energooszczędne 4 kąty" jest:

- zwiększenie zainteresowania inwestycjami energooszczędnymi i pasywnymi, szczególnie wśród osób planujących zakup mieszkania lub budowę domu;
- dostarczenie fachowej wiedzy osobom planującym zakup mieszkania lub budowę domu, zaznajomienie z technicznymi i ekonomicznymi uwarunkowaniami energooszczędnych i pasywnych inwestycji;
- podniesienie poziomu świadomości w zakresie możliwości dofinansowania dla osób budujących i kupujących domy oraz mieszkania o niskim zużyciu energii;
- upowszechnienie dobrych praktyk w zakresie energooszczędnego i pasywnego budownictwa w Polsce.

Dzięki lepszym parametrom budynku energooszczędnego i pasywnego koszty ogrzewania są znacznie niższe niż w przypadku budynku standardowego. Szacuje się, że dzięki znacznie niższym kosztom eksploatacji, zwrot zwiększonych kosztów inwestycyjnych na budowę domu pasywnego (30 – 40%) można osiągnąć po 20 latach eksploatacji budynku, zwłaszcza że ceny energii i paliw z biegiem lat rosną. Domy energooszczędne i pasywne to także ekologia i czystość, zastosowanie wentylacji mechanicznej zapewnia świeże i filtrowane powietrze rozprowadzane po pomieszczeniach. Odpowiednia grubość izolacji to komfort pod względem akustycznym, nie odczuwamy skutków hałasu ulicznego jak w domach w standardzie tradycyjnym. Podsumowując, budowa domu energooszczędnego jest inwestycją w przyszłość – zarówno pod względem wartości rynkowej nieruchomości, jak i z uwagi na środowisko.

Dla osób planujących budowę domu o obniżonym zapotrzebowaniu na energię przewidziane zostały dopłaty do budynków przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, a wysokość dotacji jest uzależniona od standardu energetycznego budynku. Na budowę domu w standardzie energooszczędnym można otrzymać dofinansowanie w wysokości 30 tys. zł brutto, znacznie więcej możemy uzyskać na budowę domu w standardzie



Rys. 3. Bilans zysków i strat ogrzewania domów.

Tabela 3. Koszty budowy i ogrzewania domu w trzech standardach energetycznych

Typ budynku	Koszt budowy budynku w zł roczne koszty ogrzewania budynku w zł*)		
	tradycyjnego	energooszczędnego	pasywnego
Budynek 1: segment jednorodzinny budynku mieszkalnego szeregowego (środkowy) o powierzchni 123,90 m^2 i kubaturze = 567,70 m^3	297 000 4 000	327 000 1 700	372 000 500
Budynek 2: budynek mieszkalny jednorodzinny, parterowy, z użytkowym poddaszem, o powierzchni użytkowej 213,50 m^2 i kubaturze = 1 079 m^3	551 000 7 000	634 000 3 000	717 000 3 000
Budynek 3: budynek mieszkalny jednorodzinny, parterowy, z wiatą na samochód, o powierzchni użytkowej 80,89 m^2 i kubaturze = 430 m^3	213 000 2 600	245 000 1 100	277 000 350

*) Ogrzewanie kotłem gazowym kondensacyjnym o sprawności 100 proc., koszt wytworzenia 1 kWh ciepła 27 gr.

pasywnym - 50 tys. zł. Dofinansowanie jest częściową spłatą kredytu, który został zaciągnięty na budowę domu pasywnego.

Certyfikacja budynków energooszczędnych i pasywnych

Budowa domu energooszczędnego bez specjalistycznej wiedzy to zadanie prawie niewykonalne, w Polsce na przestrzeni ostatniej dekady powołano do życia instytu-cje, które dbają o edukację w tym zakresie oraz zajmują się doradztwem oraz certyfi-kacją domów energooszczędnych i pasywnych. Certyfikat umożliwia uzyskanie do-płaty ze środków publicznych do budowy domu pasywnego oraz jest potwierdzeniem, że do jego budowy zostały użyte odpowiednie materiały budowlane oraz, że został on zaprojektowany i wykonany w sposób optymalny.

Energooszczędność, pasywność oraz wykorzystanie źródeł odnawialnych to przy-szłość przed którą nie należy się bronić. Zastanawiając się nad budową domu warto również obliczyć jego zapotrzebowanie na energię, a wtedy wybór będzie łatwiejszy.

Charakterystyka domów energooszczędnych

Budynek energooszczędny powinien się charakteryzować wskaźnikiem zapotrzebo-wania na energię niższym niż (70 – 80) kWh/m2/rok. Przy projektowaniu budynku energooszczędnego trzeba wziąć pod uwagę dużo więcej czynników niż przy projektowaniu budynku „standardowego". Pierwszą decyzją, która ma wpływ na możliwość uzyskania budynku energooszczędnego, jest odpowiednie dobranie działki oraz usytuowanie na niej budynku tak aby nasłonecznienie było jak największe, a zacienienie jak najmniejsze Dobre nasłonecznienie pomieszczeń gwarantuje dostarczenie odpowiedniej ilości ciepła, co ma pozytywny wpływ na bilans cieplny budynku. Duży wpływ na koszty eksploatacji budynku ma kształt bryły obiektu. Straty ciepła wynikają z przenikania przez przegrody zewnętrzne: ściany, podłoga, dach oraz drzwi i okna. Zatem obiekt powinien mieć jak najmniejszą powierzchnię przegród zewnętrznych i charakteryzować się małym jej stosunkiem do kubatury. Najlepsza w tym wypadku jest bryła zbliżona do sześcianu. Ma to związek z tym, że jest mało narożników, a to głównie przez nie następują największe straty ciepła. Istotnym aspektem dotyczącym bryły jest odpowiedni dobór wysokości pomieszczeń, im wyższe pomieszczenia, tym więcej ciepła potrzebują do ogrzania. Pomieszczenia, w których spędza się dużo czasu, takie jak pokoje dzienne, salon czy jadalnia powinny być od strony południowej. Odkryty taras najlepiej usytuować z południowego wschodu, by się zbytnio nie nagrzewał. Zaś od stron wschodniej oraz północnej należy umieszczać lokale nieogrzewane. Mogą to być pomieszczenia gospodarcze, kotłownia, garaż, hol czy garderoba, ale również z tych stron powinny być umieszczone drzwi wejściowe. Nie bez znaczenia jest również sposób budowy ścian zewnętrznych, a materiały z których się je wykonuje powinny akumulować ciepło. Ciepło, które zostanie zmagazynowane przy świecącym słońcu, następnie zostaje oddawane po zachodzie słońca i ociepla pomieszczenia. Aby budynek był energooszczędny, jego średni współczynnik przenikania ciepła przez przegrody zewnętrzne (ściany) nie powinien przekraczać 0,2 W/m2/K. Ocieplane powinny być nie tylko ściany zewnętrzne, ale także każde inne przegrody, które mają styczność ze środowiskiem zewnętrznym, takie jak dach i podłoga. Kolejnym ważnym elementem, o który należy zadbać, jest właściwy dobór stolarki okiennej i drzwiowej. Przeszklone elementy domu powinny w optymalny sposób wykorzystywać wpływy ciepła z nasłonecznienia i pozwalać na odpowiednie doświetlenie pomieszczeń. Większe okna montuje się w ścianach od południa, mniejsze natomiast od strony północnej. Dla standardu budynku energooszczędnego współczynnik przenikania ciepła dla całego okna powinien wynosić nie więcej niż (0,8÷1,1) W/m2/K. Warto stosować rolety zewnętrzne lub okiennice, które w pewnym stopniu ograniczają straty ciepła zimą oraz chronią latem pomieszczenia przed przegrzaniem. Powietrze wentylacyjne powinno dostawać się do domu wyłącznie przez system wentylacyjny z rekuperacją ciepła, a pomieszczenia w domu powinny być szczelne. Pojemność grzejników powinna być jak najmniejsza, ponieważ wtedy grzejniki szybciej reagują na zapotrzebowanie na ciepło.

Domy o niskim zapotrzebowaniu na energię - domy pasywne

Budynki pasywne to domy energooszczędne, lecz muszą one spełniać bardziej re-strykcyjne wymagania oraz korzystać z odnawialnych źródeł energii. Dzięki bardzo dobrej izolacji cieplnej budynku, stolarce okiennej i drzwiowej oraz wykorzystywaniu ciepła zawartego w wylotowym powietrzu wentylacyjnym i wykorzystaniu energii promieniowania słonecznego, budynki te są prawie samowystarczalne energetycz-nie. Ciepło i energię uzyskują z kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych. W celu efektywnego wykorzystania energii, projekty domów pasywnych znacznie różnią się od konwencjonalnej praktyki budowlanej. Projektanci tych budynków zwykle łączą w projekcie sprawdzone pasywne sposoby wykorzystania energii promieniowania słonecznego i ciepła gruntu. W przypadku domów jednorodzinnych o różnych technologiach wytwarzania ciepła, dla zapewnienia ciągłości dostaw ciepła powinno wyposażać się je w zasobniki ciepła. Budowa domów z zerowym zużyciem kopalnych surowców energetycznych, które zaspokajają swoje potrzeby energetyczne z odnawialnych źródeł energii należy do budownictwa zrównoważonego. Wykorzystanie energii promieniowania słonecznego do podgrzewania ciepłej wody użytkowej jest znacznie tańsze niż energia elektryczna wytwarzana w panelach fotowoltaicznych do przygotowywania ciepłej wody użytkowej. Stosując wszystkie dostępne możliwości oszczędzania energii, zmniejszamy nie tylko koszty użytkowania budynku oraz ogólne zapotrzebowanie na energię, ale dzięki temu przyczyniamy się także do mniejszego zanieczyszczania środowiska, co ma wpływ na nasze zdrowie i samopoczucie.

DR INŻ. HENRYK WOJCIECHOWSKI,
DOC. W PWR
KATEDRA ENERGOELEKTRYKI
WYDZIAŁU ELEKTRYCZNEGO
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

KOD PASKOWY TRZMIELA

KAROLINA KONOPSKA

Trzmiele przynależące do rodziny pszczołowatych Apidae są owadami powszechnie występującymi w wielu środowiskach. Pomimo to wszystkie gatunki odnotowane w Polsce objęte są częściową ochroną prawną. Choć na terenie kraju wykazano obecność aż 36 gatunków trzmieli, przy bliższym rozpoznaniu przypadkowo zaobserwowanych osobników można stwierdzić zaledwie kilka z nich – głównie tych, które są bardzo pospolite.

Trzmiele w świecie roślin

Pożyteczne trzmiele *Bombus sp.*, podobnie jak pszczoły *Apis mellifera*, są mile widzianymi gośćmi w ogrodach i uprawach roślin. Dzięki aparatom gębowym typu gryząco-liżącego, wyposażonym w języczki o zróżnicowanej długości, stanowią bardzo ważną grupę zapylaczy. Potrafią przenosić pyłek setek gatunków roślin – również tych, których robotnice pszczoły miodnej nie mogą zapylać z powodu specyficznej budowy kwiatów lub które zapylają słabo i niechętnie, gdy nektar ukryty jest zbyt głęboko (Biliński 1976). Kwiaty tojadu *Aconitum sp*., pszeńca *Melampyrum sp*., ostróżki *Consolida sp*., wielu gatunków z rodziny motylkowatych – lucerny *Medicago sp*., traganku *Astragalus sp*., wyk *Vicia sp*. i koniczyn *Trifolium sp.*, cechujące się wąską, rurkowatą koroną, przeznaczone są właśnie tej grupie owadów (Kadej i Smolis 2015). Trzmiel ogrodowy, którego języczek osiąga długość 12,5 mm, sięga po nektar kwiatów o szczególnie długich rurkach. Trzmiele krótkojęzyczkowe, np. trzmiel gajowy i ziemny, wybierają kwiaty o krótszych rurkach, a chcąc dotrzeć do nektaru kwiatów długorurkowych często przegryzają ich korony swoimi silnymi żuwaczkami. Pomimo tak agresywnego sposobu pozyskiwania nekatru „na skróty", trzmiele nie szkodzą roślinom (Biliński 1976; Krzysztofiak in. 2004; Roguz i Zych 2016). Obserwacje oblotu bobiku *Vicia faba ssp. minor* przez owady zapylające pokazały, że przegryzanie kwiatów bobiku nie prowadzi do uszkodzenia słupka i nie pozbawia możliwości wydania nasion. Krótkojęzyczkowe trzmiele robią małe otworki w kielichu i koronie, u podstawy kwiatu od strony żagielka, by tą drogą pobrać nektar, a jedynym negatywnym skutkiem tego zabiegu jest brak zapylenia. Przegryzione kwiaty mogą normalnie zawiązywać strąki, jeśli zostaną zapylone przez trzmiele długojęzyczkowe lub przez pszczoły miodne (Kotłowski 1996). Trzmiele długojęzyczkowe zapylają też koniczynę czerwoną *Trifolium pratense*, niechętnie odwiedzaną przez pszczołę miodną, właśnie z powodu niedopasowania aparatu ssącego owada do budowy kwiatów. Skrócenie rurki kwiatowej w wyniku selekcji wydawało się sposobem na ułatwienie dostępu do nektaru owadom krótkojęzyczkowym. Przewidywano zwiększenie oblotu owadów, co bezpośrednio miało wpłynąć na zawiązywanie i plon nasion. Doświadczenie nie przyniosło jednak spodziewanych rezultatów, ponieważ selekcja w kierunku skrócenia rurki kwiatowej doprowadziła do obniżenia wigoru i żywotności roślin (Góral 2007).

Na wyjątkową produktywność trzmieli w roli zapylaczy składa się także umiejętność szybszego oblatywania kwiatów (w porównaniu z innymi owadami) oraz przystosowanie do pracy w niższych temperaturach, co przekłada się na dłuższy czas ich aktywności. W ciągu minuty trzmiel długojęzyczkowy odwiedza blisko 14 kwiatów bobiku, a trzmiel krótkojęzyczkowy i pszczoła miodna około 6 kwiatów (Kotłowski 1996). Z kolei, pod względem zasięgu lotu roboczego pszczoła miodna jest bardziej efektywna, osiągając średnio odległość 1,5 km. Nierzadko robotnice latają dalej – ponad 3,0 km, jeśli w pobliżu gniazda brakuje pożywienia. Tymczasem maksymalny zasięg lotu roboczego trzmiela ziemnego *Bombus terrestris* wynosi zaledwie 631 m (średnio 275,3 m). W dobie monokultur, gdzie na olbrzymich areałach uprawia się jeden gatunek rośliny, odbywanie dalekich lotów stanowi bardzo cenną właściwość (Góral 2007).

Ze względu na różnorodne preferencje siedliskowe, trzmiele dzieli się na gatunki związane z krajobrazem otwartym (pola, łąki, pastwiska, użytki zielone, grunty orolne), gatunki terenów zadrzewionych w krajobrazie rolniczym (parki, aleje, ogrody, zarośla śródpolne) i gatunki leśne (Krzysztofiak in. 2004; Kowalczyk i Kurzac 2008). Rodzaj i różnorodność zamieszkiwanych siedlisk przekłada się bezpośrednio na liczbę oblatywanych gatunków roślin, która może wahać się od kilkuset do kilkunastu, np. trzmiel gajowy i ziemny odwiedzają ponad 500 roślin, trzmiel kamiennik i rudy - ponad 350, a trzmiele: leśny, parkowy i rudonogi - ponad 200 (Krzysztofiak in. 2004).

Systematyka trzmieli

Na wstępie rozważań dotyczących występowania, rozmieszczenia i rozpoznawania gatunków trzmieli na danym terenie warto zapoznać się z podstawami zmieniającej się na przestrzeni lat klasyfikacji tych zwierząt. Dawniej trzmiele stanowiły oddzielny rodzaj *Bombus*, który wraz z innym

rodzajem *Psithyrus* klasyfikowano w plemię *Bombini*. Rodzaj *Psithyrus* obejmował trzmielce – pasożyty społeczne trzmieli. Morfologiczne podobieństwo trzmieli i trzmielców oraz wyniki badań molekularnych i filogenetycznych przemawiające za ich bliskim pokrewieństwem, zadecydowały o włączeniu trzmielców do rodzaju *Bombus*. Fauna trzmieli Polski obejmuje 27 gatunków trzmieli i 9 gatunków trzmielców, spośród których częściowej ochronie prawnej podlegają wyłącznie trzmiele (Pawlikowski 2008; Rozporządzenie Ministra Środowiska, 2016).

Gatunkami powszechnie spotykanymi na obszarze całego kraju są: trzmiel rudy *B. pascuorum*, trzmiel kamiennik *B. lapidarius* i trzmiel ziemny *B. terrestris*. Równie pospolite, choć rzadziej spotykane są trzmiele: rudonogi *B. ruderarius*, rudoszary *B. sylvarum*, parkowy *B. hypnorum*, ogrodowy *B. hortorum*, gajowy *B. lucorum* i zamieszkujący bory mieszane trzmiel leśny *B. pratorum*. Status gatunku dość pospolitego ma trzmiel żółty *B. muscorum*. Wśród gatunków rzadziej występujących w Polsce znajdują się: trzmiel wielkooki *B. confusus*, trzmiel zmienny *B. humilis*, trzmiel szary *B. veteranus*, trzmiel rdzawoodwłokowy *B. pomorum*, trzmiel paskowany *B. subterraneus* i trzmiel ciemnopasy *B. ruderatus*. Do grupy tej zalicza się także żyjącego w borach i na polanach leśnych trzmiela tajgowego *B. jonellus*, trzmiela ozdobnego *B. distinguendus* oraz spotykanego w górach trzmiela różnobarwnego *B. soroeensis*. Równie rzadki trzmiel wysokogórski *B. pyrenaeus*, spotykany na halach i polanach reglowych, występuje jedynie w Tatrach i na Babiej Górze. Trzmiel wschodni *B. semenoviellus* zamieszkujący wilgotne łąki, notowany jest w Polsce dopiero od 1994 roku. Do gatunków bardzo rzadkich zalicza się: niewykazywanego od ponad 40 lat trzmiela stepowego *B. laesius*, zamieszkującego świerczyny i torfowiska północno-wschodniej Polski trzmiela czarnopaskowanego *B. schrencki*, obecnego tylko w Sudetach i Karpatach trzmiela sześciozębnego *B. wurfleini* i aktualnie niewykazywanego od ponad 50 lat trzmiela wyżynnego *B. mesomelas*, który dawniej notowany był na południu i południowym-wschodzie kraju. Trzmiel olbrzymi *B. fragrans* widziany ostatni raz w 1923 roku, w Chełmie na Wyżynie Lubelskiej, aktualnie nie jest obserwowany. Podobnie trzmiel żółtopasy *B. sichelii*, w Polsce skrajnie rzadki, wykazywany jedynie z Puszczy Białowieskiej, przed II wojną światową.

1. Trzmiel ziemny. (fot. K. Konopska)

Do grupy trzmielców pospolitych na terenie kraju zalicza się trzmielca gajowego *B. bohemicus* (pasożyt trzmiela gajowego) i trzmielca ziemnego *B. vestalis* (pasożyt trzmiela ziemnego). Dość pospolity jest trzmielec żółty *B. campestris* (pasożyt trzmiela żółtego, rudego, ziemnego i rdzawoodwlokowego) i czarny *B. rupestris* (pasożyt trzmiela kamiennika, rzadziej trzmiela rudoszarego i rudego). Rzadziej obserwuje się trzmielca ogrodowego *B. barbutellus* (główny pasożyt trzmiela ogrodowego, ale też ziemnego i rudego) i trzmielca leśnego *B. sylvestris* (pasożyt trzmiela leśnego). Do gatunków bardzo rzadko spotykanych należą: trzmielec północny *B. flavidus* – znany z obszaru Puszczy Boreckiej i Bieszczadów od 1994 roku (pasożyt trzmiela tajgowego), trzmielec górski *B. norvegicus* (pasożyt trzmiela parkowego) i trzmielec czterobarwny *B. quadricolor* (pasożyt trzmiela różnobarwnego) (Kowalczyk i Kurzac 2008; Pawlikowski 2008). Południowa Polska to niewątpliwie najbogatsza w gatunki trzmieli część naszego kraju (Ruszkowski i in. 1989).

Trzmiele i trzmielce

Pracowite trzmiele zbierają nektar i pyłek kwiatów do specjalnych koszyczków umieszczonych na goleniach trzeciej pary odnóży. Mają one postać gładkiego zagłębienia otoczonego rzędem długich, odstających włosków. Dodatkowo pyłek przyczepiony do włosków, pokrywających całe ciało trzmiela, sczesywany jest do koszyczków przy pomocy specjalnych grzebyków, znajdujących się na wewnętrznej stronie pierwszych członów stóp (Krzysztofiak in. 2004). Trzmiele produkują miód, który razem z pyłkiem stanowi pożywienie larw. Produkt ten, w przeciwieństwie do miodu pszczelego nie ma znaczącej wartości dla człowieka, ponieważ może zawierać pyłki roślin trujących (Krzysztofiak in. 2004). Trzmielce nie zbierają pyłku, bo nie posiadają koszyczków. Nie zakładają także swoich gniazd, ale chętnie zajmują gniazda trzmieli. Podczas obserwacji terenowych, w łatwy sposób można odróżnić trzmiela od trzmielca, posługując się poniższymi wskazówkami:

- u trzmieli obecne są koszyczki, a zewnętrzna powierzchnia tylnych goleni jest błyszcząca, wklęsła i otoczona rzędem włosków. U trzmielców brak koszyczków, zewnętrzna powierzchnia tylnych goleni jest wypukła, matowa i równomiernie pokryta włoskami;
- u samic trzmieli odwłok nie jest pod-

gięty pod spód. U samic trzmielców jest wyraźnie podgięty;
- u trzmieli płytki grzbietowe odwłoka pokryte są włoskami tworzącymi gęste futerko. U trzmielców pokrycie jest nierównomiernie, a niektóre fragmenty płytek grzbietowych są nagie (Krzysztofiak in. 2004).

Dany gatunek trzmielca może pasożytować zarówno na jednym, jak i na kilku gatunkach trzmieli. Trzmielec gajowy pasożytuje w gniazdach trzmiela gajowego, z kolei trzmielec żółty preferuje gniazda trzmiela żółtego, rudego, ziemnego lub rdzawoodwłokowego (Pawlikowski, 2008). Choć trzmielce przypominają swoich gospodarzy niemalże identycznym ubarwieniem, wyróżnia je masywniejsza budowa ciała i ciemniejsze skrzydła.

Różnorodność ubarwienia

Ciało trzmiela pokryte jest ciemnym, twardym, chitynowym oskórkiem i gęstym futerkiem złożonym z włosków, które mogą być pierzasto rozgałęzione. Włoski te tworzą często barwne wzory w postaci przepasek i plam na tułowiu i odwłoku, co ma kluczowe znaczenie przy oznaczaniu gatunków. Znajomość układu barwnych pasów na ciele trzmiela pozwala zidentyfikować obserwowanego osobnika. Należy jednak uwzględniać przy tym fakt różnego ubarwienia samców i samic tego samego gatunku, a także zmienności jaka może występować w obrębie tego samego taksonu (Krzysztofiak i in. 2004).

Klasyfikacja gatunków trzmieli oparta o charakterystyczne układy różnobarwnych włosków bazuje na ujednoliconej palecie stosowanej przez autorów przewodników i literatury dotyczącej tematu. Wyróżnia się barwy: białą, kremową, szarożółtą, jasnożółtą, żółtoszarą, żółtą, miodową, jasnorudą, rudą, czerwoną, karminową, złotobrązową, rudobrązową, brązową, ciemnobrązową i czarną (Pawlikowski 2001; Krzysztofiak i in. 2004). Klucze służące właściwej identyfikacji okazów oprócz słownego opisu zawierają zazwyczaj schematyczne, szczegółowe rysunki uwzględniające kolory i strukturę barwnych pasów.

Dla lepszego zobrazowania zmienności ubarwienia w obrębie jednego gatunku lub nawet płci jednego gatunku może posłużyć przykład trzmiela ziemnego *B. terrestris*, którego samice mogą mieć podobne, jednak nieco różne wzory barwne. Ich odwłoki są identyczne, jednak różnica może przejawiać się głównie w różnej szerokości przepaski znajdującej się na przedtułowiu. W pierwszej formie żółta przepaska jest szersza, u drugiej formy węższa, a u trzeciej choć pozostaje wąska to zmienia kolor na ciemnobrązowy z domieszką czarnych włosków. Koniec odwłoka jest zawsze biały. Samce trzmiela ziemnego występują w jednej formie barwnej, najbardziej zbliżonej do opisu pierwszej formy samic, z tym że pasy na tułowiu i odwłoku są nieco szersze. Również biały kraniec odwłoka stanowi jego większą część niż u samic. Do gatunków o najbardziej zmiennych wzorach barwnych, oprócz trzmiela ziemnego, należą też: trzmiel gajowy, leśny, ogrodowy i rudy. U pospolitego trzmiela kamiennika *B. lapidarius*, oblatującego najchętniej kwiaty o żółtych koronach, obie płcie – choć bardzo różne, występują w pojedynczych formach barwnych. Samice są całe czarne, jedynie koniec odwłoka pokryty jest karminowymi włoskami. U samców na twarzy i przedtułowiu występują intensywnie żółte włoski, a koniec odwłoka jest rudy. U tego gatunku wyraźny dymorfizm płciowy przejawia się właśnie w ubarwieniu ciała. Z kolei u trzmiela żółtego *B. muscorum*, samiec i samica wyglądają identycznie – owady są złotożółto, owłosione z niewielką domieszką czarnych włosków na końcu odwłoka. Występują też tylko w jednej formie barwnej (Pawlikowski 2001; Krzysztofiak i in. 2004).

Wśród dużej różnorodności ubarwienia wyróżnia się także dominujące wzorce, klasyfikujące wszystkie gatunki do czterech grup: trzmieli żółtych, czarnych, tęczówek i paskowanych. Wspólną cechą trzmieli pierwszej grupy jest tułów pokryty żółtawymi, rdzawymi lub brązowymi włoskami z niewielką domieszką włosków czarnych. Trzmiele czarne mają czarny tułów. Do tej grupy należy wyżej opisywany trzmiel kamiennik. Trzmiele tęczówki posiadają na tułowiu czarną plamę, a pozostałe włoski są jasnożółte, pomarańczowe, oliwkowe lub szare. Trzmiele paskowane mają czarne ciało z poprzecznymi, żółtymi przepaskami na tułowiu i odwłoku, którego koniec może być biały lub czerwonawy. Wśród trzmieli paskowanych wyróżnia się owady z dwiema przepaskami – na początku i pośrodku tułowia np. u trzmiela ziemnego, i owady z trzema przepaskami – na początku i pośrodku tułowia oraz na początku odwłoka. Gatunki bywają grupowane również według zabarwienia włosków końca odwłoka (Pawlikowski 2001).

Początkujący obserwatorzy trzmieli i trzmielców mogą uzyskać najlepsze rezultaty w identyfikacji owadów, trenując obserwacje wzoru barwnego od końca odwłoka aż do twarzy. Dobrą praktyką jest także szkicowanie szczegółów ubarwienia. U trzmieli czarnych z czerwonym lub rudym zakończeniem odwłoka należy równocześnie zwracać uwagę na długość włosków futerka oraz barwę włosków koszyczków na tylnych odnóżach (Pawlikowski 2001).

Obserwacja i fotografia trzmieli jest doskonałym treningiem spostrzegawczości oraz źródłem bardzo cennych, aktualnych danych o ich występowaniu. Ogólnopolskie badania nad rozmieszczeniem dzikich trzmielowatych, zapoczątkowane w latach 80 XX wieku są wciąż kontynuowane. Na podstawie informacji zebranych do końca XX wieku powstał ogólnodostępny, szczegółowy i pierwszy dla Polski atlas rozsiedlenia wszystkich gatunków trzmieli w naszym kraju (Pawlikowski 2008). Dane tego typu stanowią podstawę planowania i realizacji wielu działań ochronnych, których celem jest ratowanie różnorodności gatunkowej trzmieli i trzmielców, głównie poprzez przeciwdziałanie degradacji siedlisk, wzrost kwietności i różnorodności gatunkowej flory oraz zwiększanie bazy pokarmowej owadów (Dylewska 2004).

DR KAROLINA KONOPSKA

Literatura dostępna w Redakcji

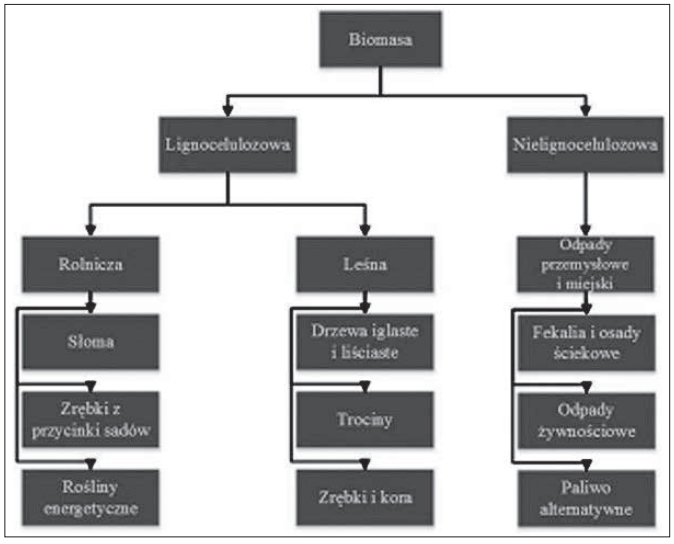
INNOWACYJNE KIERUNKI POZYSKANIA ENERGII Z BIOMASY ODPADOWEJ

Andrzej Białowiec

Racjonalne wykorzystanie biomasy odpadowej staje się kluczowe w systemowym podejściu do zrównoważonego zarządzania zasobami przyrodniczymi. Szacuje się, że nowe produkty wytwarzane z biomasy odpadowej, w tym np. z rolniczych odpadów żywnościowych i nieżywnościowych, będą stopniowo zastępowały produkty wytwarzane z surowców kopalnych kreując nowy rynek bioproduktów i biousług – biogospodarkę. Jednym z elementów tworzących system biogospodarki jest jej zasilenie w energię, w taki spsób, aby zapewnić w jak największym stopniu samowsytarczalność systemu. Oczywistym źródłem energii jest biomasa odpadowa, przy czym nie chodzi tu już o biomasę pozostałą na polu po zbiorach, ale o biomasę pozostałą po intensywnych procesach przetwarzania biomasy w celu pozyskania wielu cennych produktów.

W takim systemie energetyczne wykorzystanie biomasy jest etapem finalnym, niezbędnym do zabezpieczenia potrzeb energetycznych systemu, ale także wykorzystania pozostałego potencjału energetycznego biomasy i minimalizacji produkcji odpadów. Zagadnienia związane z rozwojem nowoczesnych, wysokosprawnych urządzeń do spalania i przetwarzania biomasy na cele energetyczne są znane od lat. Można powiedzieć, iż technologia produkcji energii z biomasy, szczególnie tej z upraw dedykowanych oraz biomasy lignocelulozowej poprzez jej bezpośrednie termiczne przetworzenie jest dobrze poznana i rozwinięta. Niemniej jednak, prowadzone są liczne badania oraz prace rozwojowe nad nowymi technikami konwersji biomasy, w tym biomasy odpadowej w paliwa gazowe, ciekłe oraz stałe.

Prezentowane w artykule zagadnienia mają na celu przedstawienie współczesnych trendów energetycznego wykorzystania biomasy odpadowej z rolnictwa, w tym z przemysłu rolno-spożywczego, z naciskiem na transformację biomasy odpadowej w wysokojakościowe paliwa.



Rys. 1. Podział biomasy

Biomasa odpadowa

Substratami do produkcji energii są materiały sklasyfikowane jako biomasa. Należą do nich ulegające biodegradacji części produktów, odpadów oraz pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa, leśnictwa, przemysłu związanego z rolnictwem i leśnictwem oraz biodegradowalne części odpadów przemysłowych i komunalnych(Dz. U. UE L 09.140.16, Dz. U. 2008 nr 156 poz. 969). Ponadto, biomasę można podzielić na lignocelulozową i nielignocelulozową (Rys. 1) (Acharya i in. 2012; Białowiec i in. 2013).

Do pierwszej z grup można zakwalifikować biomasę pochodzenia rolniczego i leśnego. Dodatkowo, biomasę rolniczą można podzielić na odpadową (produkty uboczne z uprawy roli) np.: słoma pszeniczna, żytnia, materiał pozostały po zbiorach roślin, zrębki z przycinki sadów) oraz biomasę uprawianą specjalnie na cele energetyczne np. topola, wierzba energetyczna. Do biomasy pochodzenia leśnego zaliczyć należy przede wszystkim drewno iglaste i liściaste oraz odpady powstające z ich obróbki: trociny, zrębki i korę drzewną (van der Stelt i in. 2011). Biomasa lignocelulozowa zawiera w swojej budowie masowej głównie związki celulozy (polimeru zbudowanego z cząsteczki glukozy), hemicelulozy (polimeru zbudowanego z glukozy, ksylozy, mannozy, galaktozy, arabinozy i kwasu glukuronowego), ligniny (polimeru związków organicznych – pochodnych alkoholi fenolowych) oraz związków nieorganicznych (Chen, Peng 2015). Przykładowo, w drewnie iglastym występuje 42% celulozy, 27% hemicelulozy, 3% ligniny, a w drewnie liściastym stosunek ten wynosi: 45% celulozy, 20% hemicelulozy, 5% ligniny (Peng i in. 2012). Drugą grupę biomasy tworzą substancje o niskiej zawartości związków lignocelulozowych. Zaliczyć do niej należy głównie odpady przemysłowe i miejskie takie jak fekalia, osady ściekowe, odpady żywnościowe, czy też paliwo alternatywne wytworzone z odpadów komunalnych (Poudel i in. 2015 a i b, Serio i in. 2014). Odpady nielignocelulozowe zbudowane są głównie z kwasów tłuszczonych oraz białek, a w znacznie mniejszym stopniu z celulozy, hemicelulozy i ligniny, których zawartość wynosi około 15% (Acharya i in. 2012). Przykładowo, paliwo alternatywne wytworzone z odpadów komunalnych, zawiera następujące materiały: papier, tekturę, tworzywa sztuczne, tekstylia, drewno, gumę. Materiały te zbudowane są głównie z polietylenu małej oraz wysokiej gęstości, chlorku winylu, kauczuku i lignocelulozy (Seo i in. 2010).

Biomasa jest to substancja organiczna pochodzenia rolniczego/leśnego powstająca w wyniku procesu fotosyntezy. W tym procesie energia słońca jest akumulowana w organizmach roślinnych - fitomasie, a następnie poprzez łańcuch pokarmowy również w organizmach zwierzęcych - w zoomasie. Podział ze względu na wytwarzanie biomasy oprócz fitomasy, zoomasy wyróżnia jeszcze biomasę mikroorganizmów (np. bakterie, grzyby, fito- i zooplankton). Z punktu widzenia wykorzystania energetycznego, głównymi parametrami charakteryzującymi biomasę jest wartość opałowa, wilgotność, zawartość popiołu. Biomasę cechuje niska wartość opałowa, niski stopień uwęglenia, niska zawartość popiołu w jednostce objętości, duża zawartość lotnych związków organicznych. Może się także charakteryzować wysokim udziałem wody. Biomasa jest paliwem bardzo zróżnicowanym pod względem jakościowym. Jakość biomasy pod kątem energetycznym zależy od zawartości wilgoci, substancji lotnych, popiołu, wartości opałowej, sortymentu i gęstości (Piechocki i in. 2014).

Parametrami charakteryzującymi przydatność biomasy do celów energetycznych, które uwzględniają również zagospodarowanie pozostałego popiołu są: zawartość wilgoci, wymiar (trociny, zrębki plastry, wióry, kłody, pnie itd.), kształt (brykiety, pelety, włókna, patyczki itd.), wartość opałowa, ciepło spalania, zawartość popiołu, skład popiołu tlenki: Fe_2O_3, CaO, SiO_2, Al_2O_3 itd.), gęstość nasypowa, gęstość rzeczywista, kąt stożka nasypowego, części lotne, twardość, spoistość wsadu, eksplozja pyłów i kurzu, zagniwalność, zawartość pierwiastków: A, Cl, F, S, C, H, O, S, zawartość zanieczyszczeń: Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, Ti, As, Ba, Cd, Be, Pb, Ni, Sb, Cr, Cu, Mn, Se, Te, Sn, Hg, gęstość energetyczna, temperatury charakterystyczne (temperatura deformacji, temperatura mięknienia popiołu, płynięcia, warunków utleniania i redukcji), potencjał utylizacji popiołu, potencjał produkcji biogazu, węgiel związany, stosunek C/N (Chmielniak i in. 2008).

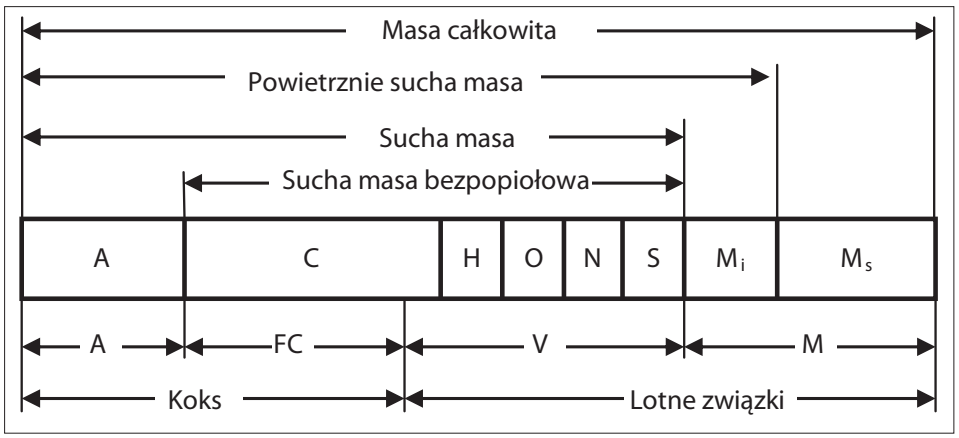
Energia chemiczna biomasy może być konwertowana za pomocą różnych procesów energetycznych do postaci końcowej energii cieplnej lub elektrycznej. Sposób wytwarzania energii końcowej będzie zależał od właściwości biomasy. Właściwości biomasy stanowią punkt wyjścia dla przygotowania odpowiedniego procesu jej przetwarzania. W wyniku przetwarzania energii chemicznej biomasy uzyskuje się formy przejściowe takie jak paliwa gazowe, ciekłe, stałe. Paliwa w formach przejściowych są następnie zamieniane na energię użytkową (energię elektryczną, ciepło, chłód). Ważną z punktu widzenia efektywności przetwarzania formy pośredniej paliw otrzymanych z biomasy jest sprawność wytwarzania energii użytkowej (Piechocki i in. 2014).

Najważniejsze informacje o właściwościach energetycznych biomasy uzyskujemy z analizy technicznej (ogólnej) i elementarnej. Analiza techniczna dostarcza informacji na temat części lotnych i palnych, balastu w postaci substancji mineralnych i wilgoci, ciepła spalania i wartości opałowej. Ważnymi parametrami z punktu widzenia technologii przetwarzania do innych form paliwa jest zawartość popiołu, gęstość nasypowa, twardość. W przypadku procesów biochemicznych i mikrobiologicznych konwersji biomasy istotne znaczenie mają informacje o składzie chemicznym biomasy. Wyznaczenie tego składu odbywa się poprzez analizę biochemiczną, której celem jest wyznaczenie udziałów celulozy, hemicelulozy, ligniny, tłuszczy, pektyn, skrobi, polisacharydów określenia potencjału produkcji biogazu oraz parametrów kinetycznych, takich jak stała szybkości produkcji biogazu, czy też biorozkładalności – czas połowicznego rozkładu. Podstawową budowę biomasy przedstawiono na rysunku 2 (Piechocki i in. 2014).

Energetyczne przetwarzanie biomasy odpadowej

Biomasa odpadowa do celów energetycznych może być użyta w postaci paliw stałych (w formie pierwotnej) jako: drewno, słoma, zrębki, przetworzona mechanicznie jako: pelety i brykiety, przetworzona mechanicznie i cieplnie jako karbonizaty z procesów toryfikacji i pirolizy. Formę paliw gazowych uzyskanych z przetwarzania biomasy stanowi biogaz, gaz z procesu pirolizy, gaz z procesu zgazowania. Paliwa ciekłe uzyskuje się z biomasy poprzez chemiczne przetworzenie biomasy (np. biodiesel, oleje, alkohole etylowy i butylowy) oraz termiczne przetworzenie (np. oleje pirolityczne). Termin „paliwo powstałe z odpadów" odnosi się zatem do różnych typów paliw: stałych, ciekłych i gazowych, które powstały z odpadów, w tym odpadów o charakterze biomasy (Piechocki i in. 2014).

Biomasa jest trudnym paliwem dla układów energetycznych ze względu na niejednorodność oraz duży udział wilgoci. Skład chemiczny oraz właściwości fizyczne biomasy są kluczowe zarówno dla procesów termicznych przetwarzania biomasy jak spalanie, toryfikacja, piroliza czy też zgazowanie, jak i procesów biologicznych takich jak fermentacja alkoholowa, fermentacja typu ABE, czy też fermentacja metanowa. Zazwyczaj biomasa przed wykorzystaniem energetycznym musi zostać wstępnie przetworzona. Przetwarzanie polega na wstępnym podsuszeniu, homogenizacji, zwiększeniu ciężaru nasypowego. Najczęściej biomasa nie nadaje się do bezpośredniego użycia i wymaga kondycjonowania. Podsuszanie przeprowadza się metodami termicz-



Rys. 2 Udziały poszczególnych składników w biomasie: A – popiół, C – węgiel, H – wodór, O – tlen, N – azot, S – siarka, Mi – woda związana, Ms – woda wolna, FC – węgiel związany, V – części lotne

nymi w urządzeniach zwanych suszarniami. W ostatnim czasie intensywnie rozwijane są procesy biosuszenia, w których w wyniku biologicznego rozkładu materii organicznej w warunkach tlenowych, wytwarzane przez mikroorganizmy ciepło podnosi temperaturę biomasy odpadowej, dzięki czemu przy jednoczesnym intensywnym przewietrzaniu odpadów następuje odparowanie wody. Metoda biosuszenia, w porównaniu do tradycyjnych metod termicznych suszenia biomasy, charakteryzuje się kilkukrotnie mniejszym zapotrzebowaniem na energię, jednakże wymaga dłuższego czasu zatrzymania i zapotrzebowania na powierzchnię. Podsuszony materiał poddaje się homogenizacji za pomocą procesów mechanicznych jak rozdrabnianie, mielenie itp. W celu poprawy efektywności energetycznej i ekonomicznej transportu biomasy poddaje się ją także zagęszczeniu poprzez peletyzację lub brykietowanie. Rozdrobniona i osuszona biomasa może zostać użyta do spalania w kotłach fluidalnych, palnikach pyłowych, procesach toryfikacji, szybkiej pirolizy lub zgazowana w układach zgazowania fluidalnego. Do procesów zgazowania w złożu stałym wymagane jest zwiększenie ciężaru nasypowego poprzez granulację. Obecnie intensywnie rozwijanym kierunkiem konwersji biomasy w wysokojakościowe paliwo stałe jest proces toryfikacji, przy czym dotychczas rozwijano badania nad toryfikacją biomasy lignocelulozowej. Nie każda biomasa, w tym szczególnie biomasa odpadowa, jest pochodzenia lignocelulozowego. Wiele rodzajów biomasy, w tym: odpady komunalne, osady ściekowe, przefermentowane odpady z biogazowni rolniczych, zwierzęce odpady rolnicze, roślinne odpady rolnicze, czy też odpady z przemysłu rolno-spożywczego takie jak: wysłodki z produkcji cukru, młóto, pierze, wytłoki z produkcji soków, odchody: pomiot, podłoża z produkcji pieczarek itp. składają się z tłuszczy, białek i innych form materii organicznej, z małym udziałem lignocelulozy. W związku z urbanizacją na szeroką skalę, produkcja odpadów takiego typu znacznie wzrosła, a proces toryfikacji może pomóc zagospodarować znaczną część tych odpadów organicznych. Duża skala produkcji oraz organiczny charakter odpadów organicznych z przemysłu rolno-spożywczego powodują, iż posiadają one wysoki potencjał do recyklingu, w przypadku ich toryfikacji w celu produkcji wysokojakościowego biowęgla. Biowęgiel (biochar) jest produktem bogatym w węgiel otrzymywany podczas termicznego rozkładu materii organicznej w procesie taryfikacji (Glaser i in. 2001).

Toryfikacja

Toryfikacja jest termo-chemicznym procesem w wąskim zakresie temperatur 200 - 300°C. Proces ten jest przeprowadzany pod ciśnieniem atmosferycznym w beztlenowych warunkach, narost temperatury jest niewielki (<50°C/min), a czas zatrzymania jest relatywnie długi i wynosi do jednej godziny (Bergman i in. 2005). Podczas tego procesu biomasa ulega częściowemu rozkładowi tworząc różne kondensacyjne i niekondensacyjne gazy. Końcowym produktem jest bogata w węgiel substancja stała, która jest nazywana biomasą toryfikowaną, biowęglem czy jako biochor (Lehmann i in. 2011). Produktem jest torgaz, którego głównymi składnikami są dwutlenek węgla, tlenek węgla, lekkie węglowodory, lotne związki organiczne. Podstawy naukowe toryfikacji wywodzą się z procesu pirolizy, ponieważ toryfikacja jest właściwie pierwszym etapem rozkładu zachodzącym podczas pirolizy, warunki procesu są podobne, przy czym narosty temperatury są znacznie wolniejsze (Dhungana 2011).

Toryfikację można podzielić na następujące etapy (van der Stelt i in. 2011):

- początkowe ogrzewanie. Biomasa jest ogrzewana do czasu osiągnięcia procesu suszenia;
- pre-suszenie. Proces zachodzi pod stałą temperaturą 100°C, w tym czasie niezwiązane cząsteczki wody odparowują;
- post-suszenie i ogrzewanie. Temperatura biomasy jest podgrzana do 200°C. Fizycznie związana woda jest uwalniana. Podczas tego etapu może nastąpić ubytek masy, ponieważ lekkie frakcje organiczne mogą także ulec odparowaniu;
- toryfikacja. Podczas tego etapu następuje właściwy proces. Toryfikacja rozpoczyna się gdy temperatura osiąga 200°C i ulega zatrzymaniu gdy temperatura ponownie spadnie do 200°C. Podczas tego procesu utrata masy jest największa;
- ochładzanie. Temperatura produktu spada do temperatury pokojowej.

Toryfikacja jest relatywnie nową dziedziną inżynierii. Toryfikację biomasy można wytłumaczyć jako degradację składników polimerowych (lignocelulozy, hemicelulozy, celulozy, ksylenu i deksrtranu). Wiedza o toryfikacji jest oparta na zachowaniu się materiałów lignocelulozowych biomasy z termo-chemiczną degradacją łańcuchów hemicelulozy. Substratem używanym w skali komercyjnej lub podczas badań w ośrodkach naukowych jest drewno i pelety drzewne, kora drzew, pozostałości roślinne (słoma, łupiny orzechów i łuski ryżu), proso rózgowe, odpady organiczne, granulowane odpady z gorzelni, wytłoki z trzciny cukrowej, odpady z produkcji oleju, ściółka z kurnika, obornik, osady ściekowe i osad z papierni (Sohi i in. 2009). Odpady organiczne mogą być wykorzystane bezpośrednio w procesach termicznych do produkcji energii lub po ich przetworzeniu w dobrej jakości paliwo. Poddanie odpadów procesowi toryfikacji przynieść może szereg korzyści. Kluczowe parametry produktu toryfikacji to (Bridgeman i in. 2008):

- wysoka gęstość energii. Toryfikowana biomasa (odpady) zawiera 70-80% początkowej masy oraz 80-90% początkowej potencjalnej energii. Efektem tego jest podwyższenie gęstości energii do 30%;
- hydrofobowość. Toryfikowana biomasa (odpady) staje się hydrofobowa, nie pobiera wody, a jej wilgotność równowagowa zawiera się w przedziale 1-3%;
- zwiększenie zawartości węgla związanego. Zawartość węgla związanego w toryfikowanym produkcie jest wysoka. Ze względu na temperaturę i czas procesu jego zawartość wynosi od 25 – 40% przy niskiej zawartości popiołów. Ten parametr czyni ztoryfikowany materiał atrakcyjnym reduktorem;
- zmniejszenie zawartości tlenu. Toryfikacja zmniejsza stosunek O/C przez zmniejszanie zawartości tlenu. Dzięki

temu materiał jest atrakcyjniejszym substratem do zgazowywania. Zwiększa to ciepło spalania oraz dodatkowo zmniejsza ilości powstałych spalin podczas spalania. Jest to spowodowane ucieczką frakcji lotnych podczas procesu oraz zmniejszeniem wilgotności;
- polepszenie ścieralności. Ścieralność taryfikowanej biomasy (odpadów) jest znacznie lepsza aniżeli biomasy nieprzetworzonej;
- parametry spalania. Toryfikowana biomasa (odpady) potrzebuje krótszego czasu do zapłonu w związku z mniejszą wilgotnością, a proces spalania trwa dłużej ze względu na dużą zawartość węgla związanego.

Fermentacja biomasy

W przypadku wykorzystania biomasy w układach z fermentacją, odwrotnie niż przy termicznym przetwarzaniu, dąży się do zwiększenia wilgotności wsadu, tak aby utrzymać optymalne warunki dla mikroorganizmów. Najczęściej stosowanym procesem biologicznej transformacji biomasy w paliwo jest fermentacja metanowa, która prowadzona jest w biogazowniach. Obecnie fermentacja stosowana jest w czterech głównych sektorach przerobu biomasy odpadowej. Najliczniej reprezentowane są instalacje do biologicznego zgazowania osadów powstających podczas oczyszczania ścieków miejskich, następnie instalacje do przetwarzania biomasy odpadowej z produkcji rolnej (gnojowicy, pomiotów ptasich, odchodów zwierzęcych), w dalszej kolejności ścieków z przemysłu fermentacyjnego, spożywczego, z biomasy, oraz przerobu organicznej frakcji stałych odpadów komunalnych. Technologie fermentacji metanowej są dobrze poznane, przy czym rozwijane są ciągle metody przygotowania biomasy przed fermentacją. Kluczowym zagadnieniem jest to właściwy stopień rozdrobnienia biomasy oraz zwiększenie biorozkładalności polimerów takich jak celuloza, lignoceluloza czy też hemiceluloza. Do tego celu wykorzystuje się proste rozdrabnianie mechaniczne, ale także bardziej zaawansowane systemy z ultradźwiękami, układy kawitacyjne czy też procesy termochemiczne: hydroliza, autoklawowanie.

W ostatnim czasie wdraża się także układy z tzw. ko-fermentacją, w których w celu uzyskania optymalnego składu chemicznego substratu miesza się biomasę pochodzącą z różnych źródeł. Zaletą ko-fermentacji jest także poprawa elastyczności technologicznej biogazowni, gdyż możliwy jest odbiór biomasy odpadowej z różnych źródeł, o zróżnicowanej zmienności sezonowej. Prowadzone są także prace rozwojowe nad nowymi typami bioreaktorów oraz dodatków pozwalających na zwiększenie efektywności produkcji biogazu, a szczególnie zwiększenia stężenia metanu w biogazie. Tu nowymi kierunkami jest bioaugmentacja polegająca na zaszczepianiu mieszaniny fermentacyjnej dedykowanymi szczepami mikroorganizmów, charakteryzującymi się wyższą aktywnością i zdolnością do rozkładu trudnorozkładalnych substratów. Innym rozwijanym zagadnieniem jest dodawanie biowęgla do mieszaniny fermentacyjnej. Stwierdzono zwiększenie efektywności produkcji biogazu, głównie dzięki zwiększeniu powierzchni kontaktu mikroorganizmów z roztworem zawierającym substancje organiczne.

Ciekawym kierunkiem jest biologiczna produkcja butanolu w procesie fermentacji ABE (aceton, butanol, etanol). Fermentacja typu ABE jest znanym od dawna procesem, została opisana pod koniec XIX wieku przez Ludwika Pasteura. Do końca lat sześćdziesiątych XX wieku była podstawowym sposobem otrzymywania butanolu i acetonu, jednak z czasem przestała być opłacalna, konkurując z przemysłem petrochemicznym. Obecnie w związku z rozwojem odnawialnych źródeł energii, w tym produkcji biopaliw z biomasy odpadowej, ponownie rośnie zainteresowanie tą metodą pozyskiwania butanolu. Produkcja butanolu prowadzona jest przez bakterie rodzaju Clostridium, który obejmuje ok. 60 gatunków, powszechnie występujących w glebie, przewodzie pokarmowym zwierząt, w wodzie i ściekach. Należą do grupy ścisłych beztlenowców, tworzących przetrwalniki. Mogą wykorzystywać wiele różnych substratów od monosacharydów (pentozy i heksozy) do polisacharydów. Fermentacja ABE prowadzona jest dwuetapowo. Pierwsza faza fermentacji to kwasogeneza, która zachodzi w okresie gwałtownego wzrostu bakterii. Podczas niej dochodzi do spadku pH ze względu na wzrost zawartości kwasów w mieszaninie. Wtedy powstają głównie: kwas octowy, kwas masłowy, dwutlenek węgla i wodór. Kiedy bakterie wkraczają w stacjonarną fazę wzrostu, metabolizm komórek ulega zmianie i przechodzi do fazy produkcji rozpuszczalników. Powstałe wcześniej kwasy są wykorzystywane do produkcji acetonu, butanoli i etanolu, wtedy zwykle następuje wzrost pH.

Przedstawione zagadnienia wskazują, iż odchodzi się obecnie od bezpośredniego energetycznego wykorzystania biomasy odpadowej, na rzecz jej transformacji w procesach mechanicznych, chemicznych, termicznych, biologicznych w paliwa – biopaliwa. Wytwarzanie biopaliw często jest sprzężone z innymi kierunkami transformacji i wykorzystania biomasy. Jest to głównie pozyskiwanie z biomasy cennych substancji organicznych, znajdujących zastosowanie w przemyśle spożywczym, medycynie, kosmetyce, włókiennictwie innych branżach przemysłowych. Dopiero pozostałości po ekstrakcji pożądanych substancji poddawane są dalszej transformacji w biopaliwa. Produkcja cennych substancji pochodzenia roślinnego oraz wytwarzanie biopaliw jest sprzężone w systemach noszących miano biorafinerii.

Biopaliwa i biorafinerie

Biopaliwa oznaczają ciekłe lub gazowe paliwa dla transportu, produkowane z biomasy. O podziale biopaliw ze względu na stan skupienia już wspominałem. Biopaliwa mogą być również podzielone ze względu na generację. Biopaliwa pierwszej generacji są produkowane bezpośrednio z roślin spożywczych, poprzez ekstrakcję olei do produkcji biodiesla lub poprzez wytwarzanie etanolu w procesie fermentacji. Uprawy takie jak pszenica i trzcina cukrowa są najczęściej stosowanym surowcem do produkcji bioetanolu, podczas gdy rzepak okazał się odpowiednią rośliną do stosowania w produkcji biodiesla. Jednak wytwarzanie tych biopaliw może powodować pewne problemy; niektóre biopaliwa mogą przynosić negatywne zyski energii netto, uwalniając więcej węgla

podczas produkcji surowca niż rośliny są wstanie wychwycić w czasie wzrostu. Biopaliwa te są kontrowersyjne również z innego powodu; ponieważ produkowane są bezpośrednio z roślin spożywczych, mogą być uznane za konkurencję dla rynku spożywczego. Mówi się, że to właśnie produkcja biopaliw pierwszej generacji spowodowała wzrost cen żywności w ostatnich latach (http://energyfromwasteandwood.weebly.com/generation-of-biofluels.html).

Biopaliwa drugiej generacji zostały opracowane w celu przezwyciężenia ograniczeń biopaliw pierwszej generacji. Są one wytwarzane z roślin nieżywnościowych oraz z substratów odpadowych, dzięki temu nie stanowią konkurencji dla przemysłu spożywczego. Ponadto biopaliwa drugiej generacji stają się bardziej konkurencyjne cenowo w stosunku do paliw kopalnych (Review of EU Biofuels Directive 2006).

Do produkcji biopaliw trzeciej generacji wykorzystuje się specjalnie zmodyfikowane rośliny takie jak algi. Przewiduje się, że algi mają większy potencjał wytwarzania energii na hektar niż konwencjonalne uprawy, ponadto glony mogą być uprawiane z wykorzystaniem wód i gruntów nienadających się do uprawy roślin spożywczych, co z kolei zmniejsza zużycie cennych zasobów. Istnieje również idea stworzenia biopaliw generacji czwartej. Technologia ich produkcji powinna uwzględniać procesy wychwytywania i składowania węgla na etapie ich wytwarzania. Jako surowce do produkcji mają służyć rośliny o podwyższonej, prawdopodobnie przez modyfikacje genetyczne, asymilacji dwutlenku węgla w czasie uprawy (Biernat 2010).

Tradycyjne paliwa ciekłe wytwarzane są w zakładach petrochemicznych, przetwarzających jako surowiec ropę naftową. Dzisiejsza rafineria petrochemiczna wytwarza około 6000 różnych produktów, z paliwami transportowymi włącznie (http://www.ranken-energy.com). Przyszłościowym analogiem takiej rafinerii będzie wieloproduktowa rafineria biomasy – biorafineria. W praktyce gospodarczej te dwie instalacje: rafineria ropy naftowej i rafineria biomasy przez następne dziesięciolecia będą wzajemnie komplementarne i substytucyjne, przy czym skuteczna transformacja rynku produktów petrochemicznych do rynku bioproduktów będzie wypadkową efektywnych energetycznie i ekonomicznie procesów biorafineryjnych, tworzących łańcuch wartości dodanej z kaskadowo otrzymywanych produktów biorafinerii. Wytwarzanie nowych bioproduktów z surowców rolniczych i biomasy odpadowej nie oznacza przewartościowania produkcji rolniczej; tradycyjna funkcja rolnictwa w zakresie produkcji żywnościowej i przemysłowej pozostanie niezmieniona; oznacza zaś szerszą ofertę produktową z tego samego surowca. Oznacza to, że rozwój biogospodarki będzie stymulował konkurencyjność sektorów gospodarki opartych na biomasie, w tym przede wszystkim rolnictwa.

W biorafinerii, w pewnej sekwencji procesów biorafineryjnych wytwarza się szereg bioproduktów, w tym biochemikalia, biomateriały, biopaliwa i bioenergię. Z punktu widzenia rozwoju biogospodarki istotną wypadkową działalności biorafinerii jest także rynek biousług. Biorafinerię można tworzyć od podstaw (Opportunities for Dutch biorefineries.Report 1022) lub na bazie istniejących przedsiębiorstw przetwórstwa rafineryjnego, rolno-spożywczego, branży drzewnej, rybactwa lub akwakultur. Wyjściowym kryterium podziału procesów biorafineryjnych jest platforma chemiczna przetwarzanego surowca (cukry proste, skrobia, celuloza, lipidy, lub inne), przy czym źródło biomasy może być pierwotne (dedykowana produkcja rolnicza, leśna, rybołówstwo i akwakultury), wtórne (odpady z produkcji i przetwórstwa) lub trzeciorzędne (ścieki, odpady przemysłowe i komunalne) (Gołaszewski i in. 2012). Przetwórstwo biomasy w biorafinerii generuje produkty i odpady, które mogą być wykorzystane w celach energetycznych, a ostatecznie recyrkulowanie w celu odtworzenia zasobów środowiskowych.

Jest to nowe wyzwanie badawcze. Dotychczas w sferze badań był głównie aspekt wykorzystania energetycznego biomasy, dlatego wciąż brak jest komercyjnych rozwiązań związanych z otrzymywaniem zaawansowanych bioproduktów, takich jak bioetanol II generacji lub produkty funkcjonalne. Wśród możliwych do uzyskania bioproduktów z masy lignocelulozowej w krótkiej perspektywie czasowej należy wymienić bioetanol i półprodukty chemiczne, substancje pochodne celulozy, zaś wśród przyszłych produktów odpowiednio: nutraceutyki, metanol, polimery, emulgatory, antyoksydanty, bionawozy, dodatki paszowe, i inne (Gołaszewski i in.2012).

Biorafineria jest naturalną alternatywą zabezpieczenia potrzeb człowieka zarówno na żywność, jak i wiele innych produktów rynkowych, w tym paliwa i energię. Ponadto, biorafineria z zamkniętym obiegiem materii organicznej, zasilana energią ze źródeł odnawialnych (w tym z własnych procesów) utożsamia nadrzędne cele gospodarki cyrkulacyjnej nakierowane na stałe odtwarzanie zasobów naturalnych biomasy i środowiska (Gołaszewski 2013, Towards…2014).

Opłacalność biorafinerii buduje łańcuch wielu bioproduktów zakończony generacją energii z pozostałych odpadów biorafinerii rozważany w kontekście analizy cyklu życia całej biorafinerii jak i poszczególnych procesów i bioproduktów. Wymiar prośrodowiskowy tego podejścia wzmacnia fakt, iż energia niezbędna w procesach biorafineryjnych jest generowana tylko ze źródeł odnawialnych i w integracji z lokalnym inteligentnym systemem energetycznym. Oznacza to, że zmiany w produkcji rolniczej w kontekście biogospodarki muszą mieć podejście systemowe, począwszy od bezpiecznych środowiskowo systemów produkcji/pozyskania surowca biologicznego, poprzez efektywne ekonomicznie procesy przetwórstwa multiproduktowego, aż po samozabezpieczenie energetyczne w lokalnie zintegowanym systemie wykorzystania miejscowych źródeł energii, zabezpieczającym potrzeby procesowe i społeczności lokalnej, i w końcu odnawianie zasobów środowiskowych (materii organiczej gleby, wody). Takie podejście gwarantuje zeroemisyjność, minimalizację zanieczyszczeń środowiska oraz regenerację zasobów naturalnych środowiska.

DR HAB. INŻ. ANDRZEJ BIAŁOWIEC, PROF. NADZW.
UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU

Literatura dostępna w Redakcji

RZADKIE I ZAGROŻONE ROŚLINY POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ POLSKI

Część II

MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

W pierwszej części artykułu zaprezentowano niektóre rzadkie rośliny i podkreślono potrzebę ochrony bioróżnorodności na poziomie ekosystemów. Jest to element, który każdy może dostrzec w otaczającym nas krajobrazie, bez zgłębiania specjalistycznej wiedzy. W XXI wieku człowiek dopiero zaczyna chronić siedliska w trosce o zróżnicowany krajobraz, zwierzęta, czystą wodę i powietrze, z których sam przecież korzysta. Na ochronie tej zyskują rzadkie rośliny, które stały się wskaźnikami cennych zbiorowisk i odpowiedzią przyrody na wpływ człowieka.

Ochrona zagrożonych ekosystemów

Dla utrzymania aktualnego stanu ekosystemów, wystarczy je ochronić przed nami samymi. Stosowana od lat 50. XX w. ochrona bierna przez wiele lat była skuteczna, a rezerwaty i parki narodowe stały się prawdziwymi ostojami przyrody w zmieniającym się powoli krajobrazie. Jednak od czasu wprowadzenia kapitalizmu trwa wzmożona działalność człowieka, który przekształca otaczające go środowisko zasłaniając się prawem własności. Wraz z postępującym rozwojem gospodarki, dochodzi do degeneracji wielu rodzajów siedlisk. Na dewastację najbardziej narażone są tereny ogólnodostępne - lasy i tereny nadrzeczne, gdzie każdy może wejść, niszczyć i zaśmiecać do woli. Obszary te pozostawione są bez nadzoru (lub z pozornym) służb państwowych, które dawno przerosła skala problemu. Zarządzające lasami nadleśnictwa skupione są na pozyskiwaniu drewna i dbają o przyrodę tylko przez edukację, z motto przewodnim: „jak zachowywać się w lasach". Zarządzający wodami usilnie dbają o to, aby nie dochodziło do rozlewania się wody z koryt rzecznych, tak potrzebnego dla właściwego stanu zachowania lasów łęgowych. Kondycja łąk i muraw zależna jest od woli ich właścicieli, którzy wraz z porzuceniem mało opłacalnej hodowli bydła, przestali czerpać korzyści z użytkowania łąk. Wilgotne miejsca są meliorowane i przekształcane w suche uprawy, dla zwiększenia zysku z każdego ich hektara. Na polach uprawnych rolnicy chronią rośliny, lecz tylko te uprawne. Stosowane przez nich selektywne herbicydy niszczą rośliny im towarzyszące, a pestycydy zabijają zwierzęta, głównie owady.

W tych trudnych dla przyrody czasach konieczne jest ograniczenie wpływu człowieka na środowisko, aby całkowicie nie utracić jego walorów. Pierwszym krokiem w tym kierunku były unijne dyrektywy implementowane do polskiego prawa podczas wdrażania programu Natura 2000. Wyznaczenie nowych obszarów chronionych umożliwiło rozpoczęcie ochrony ekosystemów (określanych nazwą „siedlisk przyrodniczych") nie tylko na gruntach państwowych, ale również prywatnych. Tworzenie planów zadań ochronnych dla obszarów Natura 2000 pozwoliło na wdrożenie zaleceń wykształconych przyrodników - botaników i zoologów, dotychczas uznawanych przy gospodarce za osoby niepożądane, których aktywność nie powinna wykraczać poza opinie. Nadzieję na ochronę lokalnej przyrody dają też użytki ekologiczne - jest to lokalna forma ochrony przyrody, idealna dla zabezpieczania niewielkich ekosystemów o wysokich walorach przyrodniczych. Ostatnie decyzje polityczne nie pozostawiają złudzeń - nie należy się spodziewać utworzenia nowych parków narodowych ani rezerwatów przyrody, od 2013 roku nie powstały w Polsce nowe obszary Natura 2000, mimo usilnych starań przyrodników. Z doświadczeń Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego wynika też, że nie zawsze można liczyć na przychylność rad gmin zatwierdzających użytki ekologiczne, mimo iż właściciele proponowanych obiektów widzą potrzebę ochrony lokalnej przyrody.

Schyłek badań florystycznych

Flora nie doczekała się tak szczegółowych badań, jak siedliska przyrodnicze. Poza gatunkami roślin wymienionymi w II załączniku Dyrektywy 92/43/EWG, wielu taksonom nadal nie poświęca się należytej uwagi. O tym, że niektóre rośliny są rzadsze od pozostałych przekonali się już badacze niemieccy, którzy w latach 1857-1935 skrupulatnie prowadzili badania flory od terenu Saksonii aż po Górny Śląsk. Prace Wimmera, Fieka, Paxa i Schubego dzisiaj są dziełami florystycznej sztuki i stanowią bezcenne źródło wiedzy na temat przemian flory przełomu XIX i XX wieku. W latach 1900-1935, w rocznikach Śląskiego Towarzystwa Kultury Ojczyźnianej (Schlesische Gesellschaft für Vaterländische Cultur) był stały dział poświęcony corocznym obserwacjom florystycznym niemieckich nauczycieli, redagowany przez profesora Teodora Schube, a następnie Emila Schalowa (Schube i Schalow 1900-1935). Druga wojna światowa na długi czas przerwała tradycję badań flory tego regionu, która została ożywiona w latach sześćdziesiątych XX wieku i była kontynuowana do pierwszych lat XXI wieku, kiedy dokonano kategoryzacji zagrożenia roślin naczyniowych na Dolnym Śląsku (Kącki i in. 2003), a następnie chwastów polnych (Anioł-Kwiatkowska, Szczęśniak 2011). Minęło już wiele lat,

a akademiccy botanicy zajmują się publikowaniem impaktowych artykułów, udziałem w komisjach, uskutecznianiu biurokracji i rezygnują z obserwowania otaczającej ich flory. Jeżeli posiadają dane florystyczne, nie udostępniają ich w nadziei na dobrą publikację lub uznają, że są mało wartościowe. Nie przekazują ich innym, ponieważ są ich własnością. Młodzi naukowcy lub absolwenci botaniki o wiele częściej wykonują inwentaryzacje przyrodnicze, lecz wiedza o ich florystycznych obserwacjach ginie w raportach, które przechowywane są na twardych dyskach aż do kasacji starych komputerów. Każdego roku uczelnie wyższe opuszczają setki młodych botaników, którzy nie znajdują zajęcia w wyuczonym zawodzie i muszą odnaleźć się w innych gałęziach rynku pracy. Jest mała szansa, aby przeznaczali swój wolny czas i prywatne fundusze na poznawanie otaczającej ich flory. Tymczasem, w południowo-zachodniej Polsce nadal występują cenne ekosystemy i rośliny - godne szczegółowych badań i wymagające ochrony przed zniszczeniem. W latach 2015-2017 dokonałem wielu obserwacji florystycznych, te bardziej interesujące oznaczone są w tekście pogrubioną czcionką.

Tereny wodno-błotne

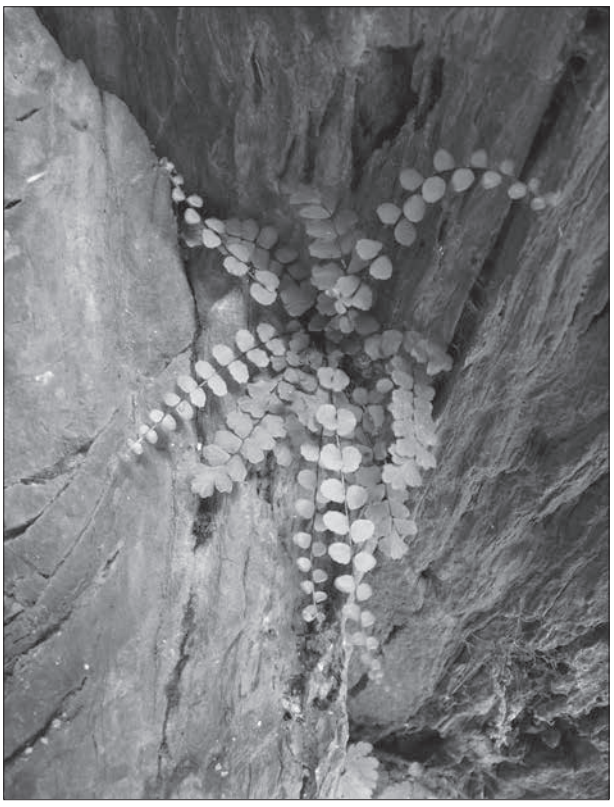
Flora związana z wodami płynącymi i stojącymi należy do najbardziej zagrożonych wymarciem w Europie. Szczególnie wrażliwe na zmiany jakości wody są ekosystemy rzek, naturalnych zbiorników wodnych, mokradeł i torfowisk. Wody powierzchniowe zajmują jedynie 1% powierzchni Dolnego Śląska, który w skali kraju jest regionem ubogim w tereny podmokłe. Na przestrzeni lat przyczyniły się do tego: intensywna gospodarka rolna, degradacja środowiska na skutek działalności dużych ośrodków przemysłowych, regulacja i umacnianie brzegów rzek, zabudowa dolin rzecznych i zanieczyszczenia wód. Dajdok i Proćków (2003) szczegółowo opisują 6 gatunków roślin wymarłych, 9 krytycznie zagrożonych i 6 gatunków wymierających występujących w tych ekosystemach. Ochrona terenów wodno-błotnych powinna polegać na zmniejszeniu intensyfikacji gospodarki rybackiej, nieużytkowanie stawów przez okres 1-2 lat, tworzenie łagodnych brzegów wyrobisk z wodą, odtwarzanie i udrażnianie koryt małych cieków i pozostawianie biogrup roślin przy oczyszczaniu i udrażnianiu koryt rzek.

W ostatnich latach, na terenach wodno-błotnych obserwowałem następujące, cenne gatunki roślin: arcydzięgiel litwor nadbrzeżny, włosienicznik krążkolistny, włosienicznik rzeczny, siedmiopalecznik błotny, wełnianka pochwowata, okrężnica bagienna, grzybienie białe, grzybienie północne, płonnik pospolity, **przygiełka brunatna**, fałdownik nastroszony, torfowiec kończysty, torfowiec błotny, torfowiec nastroszony, **kotewka orzech wodny**, ciemiężyca zielona i wolfia bezkorzeniowa. Uwagę poświęciłem także roślinom inwazyjnym związanym z terenami nadrzecznymi, jak: kolczurka klapowana, **barszcz Mantegazziego**, **niecierpek gruczołowaty**, **rdestowiec ostrokończysty**, **rdestowiec pośredni** i rudbekia naga.

Lasy

Struktura zbiorowisk leśnych jest zróżnicowana; zależna od wysokości nad poziomem morza i lokalnych uwarunkowań wilgotnościowych. Lasy liściaste to nadrzeczne łęgi wierzbowe, jesionowe i jesionowo-olszowe, olszyny, kwaśne i żyzne buczyny, jaworzyny, kwaśne i ciepłolubne dąbrowy i grądy. Górskie lasy iglaste to bory świerkowo-jodłowe i górnoreglowe świerczyny, a niżowe - bory wilgotne, mieszane i sosnowe bagienne. Dużemu zróżnicowaniu siedlisk towarzyszy równie duże bogactwo flory, z której Berdowski (2003) wybrał i szczegółowo przedstawił 11 gatunków - 3 wymarłe, 6 krytycznie zagrożonych, 1 wymierający i 1 narażony na wymarcie. Największym zagrożeniem dla ochrony lasów południowo-zachodniej Polski jest intensywna gospodarka leśna, przyczyniająca się do zwiększenia zacienienia runa lasu lub całkowitej likwidacji okapu drzew na skutek rębni. Gwałtowne zmiany warunków siedliskowych często powodują eliminację rzadkich gatunków leśnych, na rzecz osiągających znaczne rozmiary ekspansywnych, wszędobylskich traw lub bylin. Tzw. „duże zachwaszczenie" jest problemem nie tylko w ochronie przyrody, ale w samym leśnictwie, gdyż utrudnia odnawianie lasu i generuje dodatkowe koszty związane z jego uprawą. Negatywnym aspektem gospodarki leśnej jest również zmniejszanie powierzchni lasów liściastych na rzecz iglastych monokultur, z których można pozyskiwać więcej drewna, ale ich bioróżnorodność jest znacznie mniejsza. Ubożenie struktury zbiorowisk leśnych jest również efektem niekorzystnych zmian w stosunkach wodnych, jak: niszczenie wysięków i zabagnień, likwidacja małych cieków czy budowa zbiorników retencyjnych na obrzeżach lasów łęgowych.

W ubiegłych latach widziałem w lasach cenne gatunki, jak: czosnek niedźwiedzi, orlik pospolity, parzydło leśne, **pokrzyk wilcza jagoda**, **podejźrzon marunowy**, stokłosa Benekena, obrazki alpejskie, buławnik wielkokwiatowy, buławnik mie-



Fot. 1. Zanokcica skalna

czolistny, **żłobik koralowy**, wawrzynek wilczełyko, naparstnica zwyczajna, **kruszczyk rdzawoczerwony**, kruszczyk szerokolistny, **kruszczyk drobnolistny**, śnieżyczka przebiśnieg, przytulia okrągłolistna, bodziszek żałobny, przylaszczka pospolita, **bagno zwyczajne**, bielistka siwa, lilia złotogłów, listera jajowata, wiciokrzew pomorski, pióropusznik strusi, miodownik melisolistny, korzeniówka pospolita, gnieźnik leśny, śniedek baldaszkowaty, **długosz królewski**, podkolan biały, rokietnik pospolity, pierwiosnek wyniosły, gruszynka jednostronna, porzeczka czarna, jarząb brekinia, liczydło górskie, cis pospolity i barwinek pospolity. Obserwowałem też w lasach rzadkie gatunki inwazyjne, jak: mahonia pospolita, winobluszcz zaroślowy i **tawlina jarzębolistna**.

Łąki i murawy

Łąki południowo-zachodniej Polski to głównie ekosystemy półnaturalne i sztuczne, powstałe w rezultacie wyrębu lasów liściastych lub zakładane od podstaw dla celów hodowlanych. Użytkowanie terenów nieleśnych przyczyniło się do utworzenia stabilnej struktury tych zbiorowisk, która teraz zanika wraz z porzuceniem koszenia lub wypasu bydła. Dużą rzadkością Zamierające gatunki roślin należą do wszystkich typów fitocenoz łąkowych: zmiennowilgotnych, wilgotnych, bagiennych, umiarkowanie wilgotnych, źródlisk i młak, i muraw bliźniczkowych. Do prawdopodobnie wymarłych na Dolnym Śląsku, Pender (2003) zaliczyła 10 gatunków roślin, kolejne 18 taksonów - to rośliny krytycznie zagrożone i wymierające, a 11 gatunków - do gatunków roślin narażonych i niższego ryzyka. Bioróżnorodność łąk zanika wraz z degradacją siedlisk wilgotnych (przez melioracje i regulacje rzek i potoków) oraz porzuceniem użytkowania łąk i ich zalesianiu, np. na pogórzach i reglu Dolnym Sudetów. Łąki można chronić przez utrzymanie tradycyjnego sposobu ich użytkowania - koszenia lub wypasu, usuwanie biomasy, pilnowanie terminów pokosów. Ochrona czynna polega na usuwaniu podrostu drzew, zasypywaniu rowów melioracyjnych lub ustawianiu zastawek.

Murawy odróżnia od łąk niska ruń, wynikająca z trudnych warunków siedliskowych, np. piaszczystego podłoża, stromych zboczy czy skał. Zwykle są to naturalne zbiorowiska pionierskie, na drodze sukcesji powoli przechodzące w zarośla, ale mogą mieć również genezę antropogeniczną (np. na skarpach nasypów drogowych i kolejowych). Murawy dzielą się na: napiaskowe, naskalne i kserotermiczne, zwykle zajmują niewielki areał. W rezultacie, grupa związanych z nimi zagrożonych gatunków roślin jest dość duża. Szczęśniak (2003) opisała aż 10 gatunków wymarłych, 14 krytycznie zagrożonych, 10 wymierających, 14 narażonych i 19 o niższym stopniu zagrożenia, występujących w tych ekosystemach. Ochrona muraw napiaskowych polega na odsłanianiu ich podłoża co 10 lat, koszeniu lub wypasie raz na kilkanaście lat. Dla muraw naskalnych, ważne jest okresowe usuwanie bylin, krzewów i podrostu drzew. W przypadku zarastających muraw kserotermicznych, konieczne jest przywrócenie ich okresowego wypasu i koszenia.

W ostatnim okresie, na łąkach i murawach widziałem następujące gatunki roślin: dziewięćsił bezłodygowy, centuria pospolita, **szczodrzeniec główkowaty**, zimowit jesienny, kukułka Fuchsa, kukułka szerokolistna, **goryczuszka orzęsiona**, gółka długoostrogowa, kocanki piaskowe, **zaraza przytuliowa**, pierwiosnek lekarski, rozchodnik kaukaski i rutewka wąskolistna.

Zbiorowiska naskalne

Na Dolnym Śląsku występują one głównie w Sudetach, na ich przedgórzu i pogórzu, na izolowanych stanowiskach. Tylko nieliczne rośliny mogą rozwijać się na wychodniach skalnych, a ich skład uzależniony jest od rodzaju podłoża. Mogą nim być: serpentynity i inne skały zasadowe, wapienie, bazalty, porfiry lub piaskowce. Szczęśniak i Świerkosz (2003) opisują 2 gatunki regionalnie wymarłe, 4 gatunki krytycznie zagrożone i 3 gatunki wymierające w siedliskach tego typu. Do masywów z cenną roślinnością naskalną zalicza się: Wzgórza Kiełczyńskie, Wzgórza Oleszeńskie, Masyw Raduni, Góry Sowie, Góry Stołowe i Góry Orlickie. Zagrożeniami dla flory naskalnej są: turystyka (szczególnie wspinaczka po skałach), wandalizm, gospodarka leśna w sąsiedztwie skał, zaśmiecanie i synantropizacja, a z procesów naturalnych - także konkurencja międzygatunkowa i sukcesja.

W ostatnich latach, w zbiorowiskach naskalnych widziałem tylko dwa interesujące gatunki roślin: zanokcicę skalną i paprotkę zwyczajną.

Pola uprawne

W uprawach roślin użytkowych jest dużo przestrzeni dla towarzyszącej im flory segetalnej, jednak niektóre chwasty regularnie zwalczane przez rolników znalazły się na granicy wymarcia. Interesujące pod tym względem są zwłaszcza uprawy zbożowe, prowadzone na żyznych glebach o dużej zawartości węglanu wapnia. W roku 2003, Anioł-Kwiatkowska podała z Dolnego Śląska 9 gatunków wymarłych, 6 krytycznie zagrożonych, 5 wymierających i narażonych oraz 7 niższego ryzyka. Z badań flory segetalnej z 2011 r. wynika, że zagrożonych gatunków chwastów jest znacznie więcej - 18 wymarłych, 10 krytycznie zagrożonych, 13 wymierających i narażonych oraz 8 niższego ryzyka (Anioł-Kwiatkowska, Szczęśniak 2011). Najwięcej cennych taksonów z tej grupy roślin nadal można spotkać na Wale Trzebnickim, Równinie Wrocławskiej, Przedgórzu Sudeckim i Kotlinie Kłodzkiej. Występowanie chwastów jest nieodłącznie związane ze sposobem użytkowania gruntu. Niekorzystne zmiany we florze segetalnej wynikają ze zmian terminów siewu, mechanicznego zbioru plonów, nawożenia i stosowania herbicydów. Ochrona rzadkich chwastów może polegać na wprowadzeniu w miejscach ich występowania ekstensywnej uprawy rolniczej oraz rezygnację z nawożenia i chemicznych środków ochrony roślin.

W ubiegłych latach, na obrzeżach pól uprawnych zanotowałem tylko kilka interesujących gatunków chwastów: ostróżeczka polna, przytulia fałszywa, groszek bulwiasty i groch zwyczajny polny.

DR MICHAŁ ŚLIWIŃSKI

Literatura dostępna w Redakcji

Gatunki inwazyjne

SPOSÓB NA NIECIERPKA DROBNOKWIATOWEGO – CZY GRZYB URATUJE NAS PRZED INWAZJĄ?

KATARZYNA PATEJUK

Rośliny inwazyjne uważane są obecnie za jeden z najpoważniejszych problemów ochrony przyrody. Jest to skutek masowego przenoszenia i zawlekania obcych gatunków roślin i zwierząt poza ich naturalne zasięgi. Ich obecność w naszym otoczeniu skutkuje m.in. zubożeniem bioróżnorodności, wypieraniem rodzimych gatunków, a także przekształcaniem całych siedlisk. Jednym z najniebezpieczniejszych gatunków (IV kategorii inwazyjności) w Polsce jest niecierpek drobnokwiatowy (Impatiens parviflora DC.), który przysposobił sobie nasze lasy, pobocza dróg, a także tereny zabudowane, jako nowe miejsce do życia i rozwoju (Tokarska-Guzik i in. 2015).

Azjatycki kolonizator

Niecierpek drobnokwiatowy to jeden z wielu przykładów roślin, które przywędrowały do Polski w latach 50 XIX wieku jako rośliny ozdobne, dopełniające europejskie kolekcje w ogrodach botanicznych. Naturalnym miejscem jego występowania jest Azja środkowa i wschodnia, gdzie rośnie wraz z inną rośliną (u nas także inwazyjną) – niecierpkiem gruczołowatym. Dość szybko jednak gatunek ten okazał się być „natrętnym najeźdźcą", przysposabiającym sobie nowe tereny. W niedługim czasie rozpowszechnił się on na terenie całego kraju (ze znacząco mniejszym udziałem w północno-wschodniej części kraju), stwarzając istotne zagrożenie dla zachowania różnorodności biologicznej. Niecierpek drobnokwiatowy wniknął bowiem do największej, spośród wszystkich roślin inwazyjnych w Polsce, liczby naturalnych siedlisk. Jest przez to uważany za gatunek inwazyjny najszerzej rozpowszechniony na terenie naszego kraju. Ponadto jego zdolności do tworzenia zwartych, jednolitych płatów, o dużej powierzchni przyczynia się do zmian struktury runa leśnego, poprzez wypieranie natywnych[1] gatunków roślin. Skutkuje to obniżeniem bioróżnorodności oraz zakłóceniem naturalnej sukcesji w lasach, poprzez szybkie zasiedlanie miejsc odkrytych (tzw. gap colonizer). Jego szerokie optimum ekologiczne poskutkowało zasiedlaniem przez *I. parviflora* siedlisk szczególnie ważnych dla Unii Europejskiej, objętych ochroną priorytetową Natura 2000, takich jak łęg wierzbowy, topolowy, olszowy i jesionowy (91E0). Oprócz tego, w Polsce szczególnie narażone na przekształcenia, wywołane obecnością niecierpka drobnokwiatowego, są: grądy subatlantyckie (9160), grądy środkowoeuropejskie i subkontynentalne (9170) oraz łęgowe lasy dębowo-wiązowo-jesionowe (91F0) (Chmura 2014, Tokarska-Guzik i in. 2015).

1. natywny – taki, jak w warunkach naturalnych, wrodzony

Co gryzie niecierpka?

Czynnikiem który ma ogromne znaczenie w sukcesie kolonizacyjnym roślin inwazyjnych jest brak ich wrogów naturalnych na nowych terenach. Rodzime dla Polski gatunki m.in. grzybów, bakterii i owadów mogą jednak oddziaływać na rośliny obce, osłabiając ich kondycję zdrowotną. Jednym z takich organizmów jest muchówka *Phytoliriomyza melampyga*, która po przybyciu niecierpka drobnokwiatowego poszerzyła zakres swoich żywicieli, powodując miny na li*ściach I. parviflora, I. glandulifera* Royle oraz naszego rodzimego *I. noli-tangere*L. Znaczenie mają tutaj również larwy okazałego motyla z rodziny zawisakowatych - zmrocznika gładysza (*Deilephila elpenor*), chętnie żerujące na tkankach niecierpka (Bomanowska i Adamowski 2016). Pośród grzybów patogenicznych wymienić można takie gatunki jak: *Cercospora campi-silii* Speg., *Phyllosticta impatientis* (L.A. Kirchn.) Fautrey, *Sphaerotheca balsaminae* (Wallr.) oraz *Puccinia argentata* (Schultz) G. Winter, spotykane na naszych rodzimych roślinach, jak i inwazyjnych (Grove 1985, Garibaldi i in. 2012, Chmura 2014, Świderska-Burek 2015). Taksony te zawsze

Fot. 1. Larwa zmrocznika gładysza (Deilephila elpenor), żerująca na pędach niecierpka drobnokwiatowego, *fot. Paulina Ziętarska*

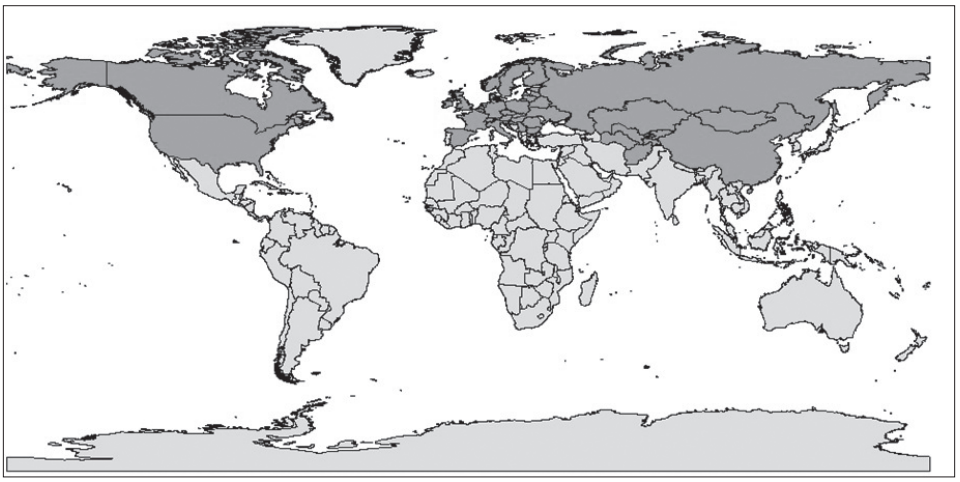
podawane z nielicznych stanowisk w Polsce mają jednak marginalne znaczenie dla procesu zamierania niecierpka drobnokwiatowego (Bomanowska i Adamowski 2016).

Z czasem jednak za gospodarzem na nowe tereny przybywają specyficzne patogeny grzybowe, bakteryjne, wirusy oraz owady, które ograniczają rozwój populacji. Proces ten jest jednak dość długotrwały, zajmując kilkadziesiąt, niekiedy kilkaset lat. Gatunkiem mszycy, przybyłym 100 lat po inwazji niecierpka drobnokwiatowego, którą obecnie możemy spotkać na naszych ziemiach, jest *Impatientinum asiaticum*, której przybycie do Europy dało podstawy do postawienia hipotezy rozprzestrzeniania się gatunków azjatyckich transportem powietrznym (Heie 1994). Corocznie w ten sposób przybywają do Europy nowe gatunki, niekiedy nieznane dotąd nauce, jak na przykład *Didymella michaelii* Bedlan, nowy gatunek grzyba patogenicznego dla *I. parviflora*, który pierwszy raz został opisany w 2016 w Austrii (Bedlan 2016).

Puccinia komarovii

Zjawisko występowania pasożytniczych organizmów na niechcianych roślinach wykorzystywane jest przy szukaniu nowych, biologicznych metod ograniczania gatunków inwazyjnych. Najciekawszym pod tym względem gatunkiem grzyba jest patogen bezwzględny z rodziny rdzowatych (*Pucciniales*) – *Puccinia komarovii var. komarovii* Tranzschel ex P. Syd. & Syd., przybyły do Polski 80 lat po wprowadzeniu niecierpka drobnokwiatowego. Na terenie Polski opisany został w zaledwie 4 lokalizacjach, jednak prawdopodobnie jest znacznie szczerzej rozprzestrzeniony (Mułenko i in. 2008). Zaledwie w 2016 – 2017 roku zaobserwowano jego nowe stanowiska na terenie województwa dolnośląskiego, wielkopolskiego i podlaskiego (obserwacje własne).

P. komarovii jest gatunkiem jednodomnym - pełnocyklowym, co oznacza, że w naszych warunkach grzyb ten potrafi przejść pełen cykl życiowy (włączając w to 5 stadiów zarodnikowania, typowych dla grzybów rdzawnikowatych) na jednym, specyficznym dla danego patogena

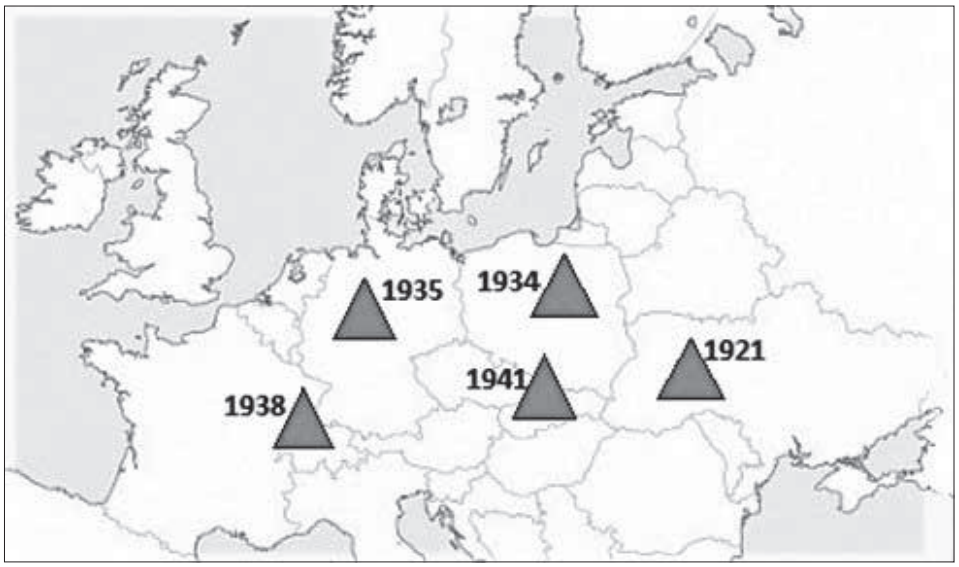


Rys 1. Występowanie niecierpka drobnokwiatowego na świecie (Źródło: http://www.q-bank.eu).

żywicielu. Do infekcji pierwotnej dochodzi już na początku wzrostu *I. parviflora*, od stadium siewki do rośliny osiągającej 5 – 7 cm wysokości. Porażana jest przede wszystkim łodyga, jednak zainfekowane mogą być również liścienie oraz hipokotyl[2]. Na roślinie wytwarzają się wówczas kielichowate struktury grzyba zwane ecjami lub ognikami. Ich funkcją jest produkowanie dikariotycznych zarodników ecjalnych, będących pierwszym stadium rozwoju grzybów rdzawnikowych, których *Puccinia komarovii* posiada aż cztery, co jest charakterystyczne dla tej grupy grzybów. Mocno porażone rośliny zamierają, niekiedy pękają, dochodzi również do wtórnych infekcji powodowanych przez inne gatunki grzybów i bakterii, doprowadzające do śmierci rośliny. Następuje wówczas pierwszy zauważalny skok śmiertelności niecierpka drobnokwiatowego, obserwowany na przełomie maja i czerwca. Podczas ciepłej i wilgotnej wiosny, porażenie może być tak duże, że w konsekwencji przeżywają jedynie zdrowe osobniki.

Po tym okresie dochodzi do infekcji kolejnych roślin i produkcji urediniospor, tj. letnich zarodników rdzawnikowych, których rolą jest rozprzestrzenianie się na dalsze odległości oraz wywoływanie infekcji wtórnych. Na roślinie widoczne są one na spodniej stronie blaszki liściowej w postaci ciemnych, brunatnych, radialnie ułożonych skupisk, tworzących okrągłe plamy. Na górnej stronie liścia objaw ten widoczny jest jako przejaśnienie. Aby zarodniki rdzawnikowe mogły wykiełkować oraz porazić tkanki gospodarza, niezbędny jest okres 8 godzinnego zwilżenia liścia oraz temperatura pomiędzy 5 – 25°C

2.hipokotyl – najniższa część łodygi



Rys 2. Tempo rozprzestrzeniania się Puccinia komarovii w Europie (opracowanie własne)

(optimum 15°C). W gorące lata trudno jest o takie warunki, co przyczynia się do dużej zmienności skutecznego ograniczania populacji niecierpka drobnokwiatowego w poszczególnych latach. Drugi skok śmiertelności związany jest z bardzo dużym porażeniem wtórnym przez urediniospory oraz tworzące się teliospory (zarodniki zimowe), a także z naturalną śmiercią rośliny i przypada na okres sierpnia – września. Największą skuteczność *P. komarovii* obserwuje się w lasach liściastych z udziałem grabu pospolitego i dębu bezszypułkowego (*Galio-Carpinetum*) oraz w buczynie (*Galio-Fagetum*) (Piskorz i Klimko 2007, Csiszár i Bartha 2008, Tanner i in. 2015).

Stuprocentowa śmiertelność niecierpka

Pojawienie się dużego porażenia przez *P. komarovii* w dużej mierze zależy od warunków pogodowych. Jest to powodem dużego zróżnicowania śmiertelności *I. parviflora* w poszczególne lata, niekiedy osiągającej aż 100%. Jak dotąd stuprocentowe zamarcie niecierpka drobnokwiatowego opisano w zachodniej Słowacji w roku 1998. We wcześniejszych latach 1987 – 1994 odnotowana śmiertelność wynosiła jedynie pomiędzy 65-90% (Elias 1995, 1999). Podobne badania przeprowadzono w Wielkopolskim Parku Narodowym w latach 2000-2002 (Piskorz i Klimko2006), gdzie procent porażonych roślin wahał się miedzy 30 – 70%. Z badań tych wynika również, iż rośliny porażone *P. komarovii* mają ograniczoną reprodukcję o ok. 23% oraz obniżoną masę nasion i kwiatów. Obserwowany jest również spadek świeżej masy rośliny nawet o 30%.

Rdza nie do pomylenia

Bliskim krewnym *P. komarovii var. komarovii* jest ten sam gatunek grzyba, odmiany *var. glandulifera,* atakujący niecierpka gruczołowatego. Oba przedstawiciele *Impatiens* pochodzą z tego samego regionu świata, co pozwoliło rdzy na przystosowanie się do obu gatunków roślin. Obie odmiany są jednak bardzo specyficzne wobec swojego żywiciela, co oznacza, że zdolne są porazić jedynie jeden wybrany gatunek niecierpka. Oprócz tego na terenie Polski występuje, wspomniana wcześniej, *P. argentata*, która do rozwoju potrzebuje drugiego żywiciela – piżmaczka wiosennego, jednak głównym niecierpkiem, na którym możemy ją spotkać pozostaje nasz rodzimy gatunek – *I. noli-tangere*.

Mykoherbicyd na niecierpka

Obecnie obserwujemy wzmożone poszukiwania efektywnych metod zwalczania roślin inwazyjnych. Jedną z nich jest biologiczna metoda, polegająca na wykorzystaniu żywych organizmów w ograniczeniu populacji roślinności niepożądanej. Pierwsze wzmianki w Polsce, mówiące o możliwości wykorzystania tzw. mykoherbicydów pochodzą z lat 60 ubiegłego wieku i dotyczą zastosowania grzyba patogenicznego *Alternaria cuscutacidae* Sacc do zwalczania kanianki (*Cuscuta* spp.) oraz rdzy - *Puccinia suaredus* L. – w celu ograniczenia ostrożenia polnego (*Cirsium arvense* L.) (Lipa i Pruszyński 1967). Wydaje się, że duży potencjał w walce przeciwko *I. parviflora* może mieć również *P. komarovii*. Odmiana tego patogena porażająca niecierpka gruczołowatego - *P. komarovii var. glandulifera* – rozpatrywana jest obecnie jako mykoherbicyd w Wielkiej Brytanii, gdzie prowadzone są intensywne badania (Tenner i in. 2014, 2015).

Dużym minusem biologicznych metod zwalczania jest zróżnicowana skuteczność, zależna od warunków pogodowych, co zniechęca potencjalnych producentów oraz użytkowników. Wysokie koszty produkcji również zdają się oddalać wizję wykorzystania *P. komarovii* jako środka do zwalczania niecierpka, ze względu na jej cykl życiowy, do przebiegu którego bezwzględnie potrzebna jest obecność rośliny – gospodarza. Patogen ten bowiem nie ma możliwości wzrostu na podłożu laboratoryjnym.

Mimo wiedzy jaką dysponujemy obecnie na temat patogenów i szkodników ograniczających populację inwazyjnego niecierpka drobnokwiatowego, nie posiadamy skutecznych metod jego zwalczania. Potencjał wykorzystania do tych celów grzybów fitopatogenicznych jest duży, wymaga jednak dalszych badań. Biologiczne metody zwalczania, pomimo że są bezpieczne dla środowiska, mają również wiele wad, które ograniczają ich komercyjne wykorzystanie. Obecnie, w walce z jednorocznym niecierpkiempozostaje stosowanie metody prostej, lecz czasochłonnej - wyrywanie z ziemi jego osobników. Każdego z osobna.

MGR INŻ. KATARZYNA PATEJUK
UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU

Literatura dostępna w redakcji

Fot. 2. Spodnia strona liścia niecierpka drobnokwiatowego porażonego przez grzyba fitopatogenicznego Puccinia komarovii. Na zdjęciu widoczne radialnie ułożone skupiska urediniów, *fot. Paulina Ziętarska*

Stanowisko
Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego
w sprawie projektu uchwały antysmogowej Sejmiku Województwa Dolnośląskiego dla Wrocławia

- Popieramy wprowadzenie całkowitego zakazu palenia węglem, drewnem oraz spalania biomasy (niezależnie od jej wilgotności) w możliwie najkrótszym terminie. Zapisany w projekcie uchwały rok 2024 jest zbyt odległy dla realizacji tego ograniczenia. Proponujemy, wzorując się na krakowskiej uchwale antysmogowej, wprowadzenie całkowitego zakazu palenia węglem, drewnem i biomasą od roku 2020 we Wrocławiu (w Krakowie jest to rok 2019).
- Ekstremalnie wysokie, utrzymujące się przez wiele lat zagrożenie smogowe obliguje do zdecydowanych działań, które spowodują szybką poprawę stanu atmosfery i radykalne zmniejszenie zagrożenia dla zdrowia mieszkańców.
- Do tego konieczne jest przeanalizowanie potrzeb, kosztów i przeznaczenie na likwidację palenisk węglowych nakładów znacznie większych niż dotychczas.
- Wg informacji prasowych, w roku 2017 w Krakowie na likwidację palenisk planuje się wydanie 100 mln zł, a we Wrocławiu zaledwie 11 mln zł. Uważamy, że zdrowie mieszkańców Wrocławia jest zbyt cenne, by na nim oszczędzać i wnioskujemy o 10-krotne zwiększenie wydatków na wymianę palenisk, by nadrobić zaległości oraz osiągnąć rzeczywistą poprawę stanu atmosfery i zdrowia mieszkańców.
- Nie do przyjęcia jest również stanowisko Urzędu Miejskiego Wrocławia (Departament Zrównoważonego Rozwoju) na temat wprowadzenia do projektu uchwały zapisu pozwalającego na używanie kotłów średniej klasy, mniej emisyjnych, ale utrwalającego dalsze używanie węgla.
- Konieczna jest natomiast analiza rozkładu przestrzennego lokalizacji pieców do wymiany i podjęcie odpowiednich decyzji, jak np.
  - na klinie napowietrzającym – wymiana natychmiastowa,
  - dla grupy palenisk z dala od sieci ciepłowniczej – lokalna kotłownia gazowa (być może na gaz skroplony),
  - dla indywidualnych przypadków (dobrze uzasadnionych) konieczna jest pomoc finansowa.
- Należy określić procedury kontroli i egzekwowania zapisów uchwały oraz wskazanie jednostki za to odpowiedzialnej.
- Dla dotrzymania przyjętych terminów zobowiązań celowe jest podzielenie zadań na etapy, monitorowane przebiegu i okresowe ich rozliczanie.

Podsumowanie

Dolnośląski Klub Ekologiczny popiera projekt Sejmiku w przedstawionej do konsultacji wersji i równocześnie zwraca się z wnioskiem o skrócenie terminu zakazu palenia węglem, drewnem i biomasą.

Prezes Zarządu
Dolnośląskiego Klubu Ekologicznego
dr inż. Aureliusz Mikłaszewski

DOLNOŚLĄSKI KLUB EKOLOGICZNY

ul. marsz. J. Piłsudskiego 74
50-020 Wrocław

tel./fax 71 347 14 45, tel. 71 347 14 44
e-mail: klub@eko.wroc.pl

http://www.ekoklub.wroclaw.pl

ZARZĄD

dr inż. Aureliusz Mikłaszewski
prezes, tel. 71 347 14 44
e-mail: klub@eko.wroc.pl

dr hab. inż. Włodzimierz Brząkała
wiceprezes, tel. 663 261 317
e-mail: wlodzimierz.brzakala@pwr.edu.pl

dr Barbara Teisseyre
sekretarz, tel. 606 103 740
e-mail: bmteiss@wp.pl

mgr Krystyna Haladyn
skarbnik, tel. 71 783 15 75
e-mail: krystyna.haladyn@wp.pl

dr Michał Śliwiński
członek Zarządu, 663 326 899
e-mail: michal.sliwinski@o2.pl

dr inż. Henryk Wojciechowski, doc.
członek Zarządu, tel. 503 373 061
e-mail: henryk.wojciechowski@pwr.edu.pl

KOMISJA REWIZYJNA

dr hab. inż. arch. Bogusław Wojtyszyn
przewodniczący, tel. 605 620 208
e-mail: boguslaw.wojtyszyn@pwr.edu.pl

mgr inż. Krystyna Piosik
członek Komisji Rewizyjnej, tel. 600 021 672
e-mail: krystynapiosik@gmail.com

dr Zenon Woźniak
członek Komisji Rewizyjnej, tel. 713555128
e-mail: ewozniak@maiko.eu

BIURO ZARZĄDU DKE

pl. Teatralny 2, lok. 315
50-051 Wrocław

czynne jest we wtorki i czwartki
w godzinach od 15^{00} do 18^{30}

Rzadkie i zagrożone rośliny

Ostróżeczka polna

Okrężnica bagienna

Kruszczyk rdzawoczerwony

Niecierpek gruczołowaty

fot. Michał Śliwiński

Goryczuszka orzęsiona

Bagno zwyczajne

Żłobik koralowy

Szczodrzeniec główkowaty

Groch zwyczajny polny