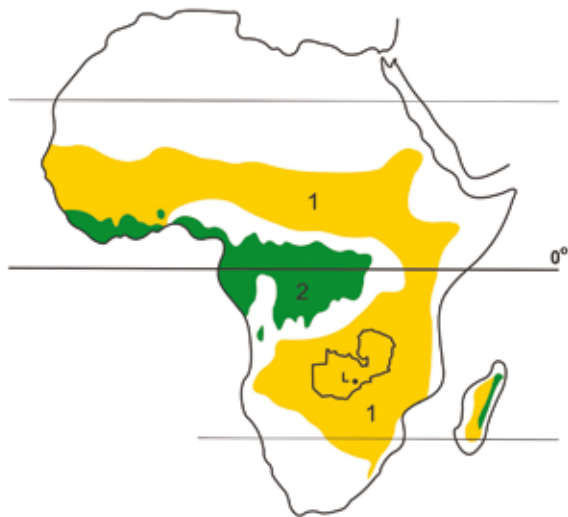


W PŁYW POŻARÓW NA ROŚLINNOŚĆ W AFRYCE

Anna Medwecka-Kornaś (Kraków)

Artykuł dedykowany pamięci Jana Kornasia, profesora UJ, przez szereg lat dyrektora Instytutu Botaniki UJ

W wielu okresowo suchych obszarach Ziemi ogień odgrywa ważną rolę, jako czynnik kształtujący roślinność i krajobraz, wpływający na poszczególne gatunki roślin, na życie zwierząt, a w dużym stopniu także na gospodarkę człowieka. Skutki pożarów roślinności obserwować można w pełni w Afryce, zwłaszcza w strefie sawannowej obszaru sudańsko-zambezyjskiego, jaki otacza basen rzeki Konga z tropikalnymi lasami deszczowymi (Ryc. 1).



Ryc. 1. Ogólny obraz rozmieszczenia w Afryce: 1 – sawanny i suchych lasów, 2 – deszczowych lasów tropikalnych; pomiędzy nimi rozciąga się obszar o przejściowym charakterze. Zaznaczono położenie Zambii i Lusaki (L.). (Według A. W. Exell i C. A. Stace 1972, zmienione).

Sawanny – formacje roślinne utworzone przez wysokie trawy, z nielicznymi, pojedynczo stojącymi drzewami i krzewami lub bez nich oraz suche lasy (określane nieraz jako sawannowe) występują m.in. w Zambii położonej w południowo-wschodniej Afryce, skąd pochodzą podane tutaj obserwacje. Autorka miała możliwość przebywania w tym kraju dzięki podjęciu przez męża Jana Kornasia obowiązków profesora w uniwersytecie w stolicy, Lusace. Działo się to niespełna 10 lat po przekształceniu kolonii angielskiej – Rodezji Północnej w niepodległe państwo. Uczelnia działała dobrze, zatrudniała wielu wykładowców z zagranicy. Było spokojnie i bezpiecznie. Główne drogi pozostawały w dobrym stanie, można było nocować pod namiotem w miejscach campingo-



Ryc. 2. Droga przez sawannę (około 100 km na północ od Lusaki); miejscowe dzieci i samochód, którym poruszaliśmy się po Zambii; marzec (koniec pory deszczowej).

wych i w buszu, korzystać z urządzeń dla turystów w parkach narodowych i zwiedzać je indywidualnie (co stwarza inne, szersze możliwości niż zorganizowane

safari). Przejechaliśmy wiele kilometrów (Ryc. 2) zbierając obserwacje i materiały zielnikowe, które znalazły się w Instytucie Botaniki UJ w Krakowie. Wykonaliśmy wiele fotografii i filmów. Jan Kornaś poświęcił specjalną uwagę paprotnikom – ich florze i rozmieszczeniu w Zambii oraz powiązaniu z warunkami ekologicznymi, w wyniku tego powstało ponad 20 publikacji. Drugim przedmiotem zainteresowania (głównie autorki artykułu, ale także J. Kornasia w odniesieniu do paproci) był wpływ ognia na roślinność, obserwowany przez rok po pożarze na przykładowych powierzchniach w sawannie pod Lusaką, a także w wielu innych miejscach. Później w Krakowie badano na okazach zielnikowych ślady działania ognia, widoczne w postaci opalonych, zwęglonych części roślin. Wyniki opublikowano dla przedstawicieli rodziny turzycowatych *Cyperaceae*. Prace dotyczące działania ognia na roślinność pochodzą od licznych autorów z różnych krajów – są one tutaj w miarę potrzeby wykorzystane dla uzupełnienia własnych danych autorki.

Wszystkie fotografie zamieszczone w artykule wykonali A. Medwecka-Kornaś i J. Kornaś.

Warunki powstawania pożarów, ich właściwości i skutki

Pożary powstają w przyrodzie z natury, głównie wskutek wyładowań elektrycznych. W strefie sawanowej Afryki występują nieregularnie i są ograniczone faktem, że burze i uderzenia piorunów występują zwykle w porze deszczowej. Na większą skalę działają pożary wzniecane przez ludzi przypadkowo, przez nieuwagę lub celowo. Prawdopodobnie ogromna większość obszarów sawanowych zawdzięcza swe powstanie i utrzymywanie się stałemu wypalaniu. Termin występowania i intensywność ognia decydują o wzajemnym stosunku przestrzennym trawiastej,



Ryc. 3. Okolice Lusaki, wzgórze „Leopards Hill” pokryte widnym lasem „miombo” i sawanna z wysokimi trawami – widoczne drzewo przeżywające pożary; lipiec – środek pory suchej.

bezdrzewnej sawanny, sawanny z pojedynczymi krzewami i drzewami oraz lasu zrzucającego liście w porze suchej, określanego w Zambii jako „miombo”, mogącego przetrwać łagodne pożary (Ryc. 3).

Optymalne warunki dla powstawania pożarów występują przy opadach 250–1500 mm na rok i okresie suszy trwającym 5–7 miesięcy w roku. Tak jest na omawianych obszarach. Suma roczna opadów w rejonie Lusaki wynosi około 800 mm (z dużymi odchyleniami w poszczególnych latach), a od kwietnia do października niemal zupełnie brak deszczu. Temperatura pod koniec pory suchej dochodzi do ponad 37°C. Biomasa wielu roślin, zwłaszcza okazałych traw, wyprodukowana w porze deszczowej wysycha po jej zakończeniu i staje się łatwopalna. Mieszkańcy położonych na sawannach wioski zabezpieczają się przed ich spalaniem przez utrzymywanie wśród domów nagej ziemi (Ryc. 4).



Ryc. 4. Wieś Changa w okolicy rzeki Zambezi – tradycyjne domy, baobab i naga gleba, chroniąca przed pożarem; pora sucha.

Zasięg i intensywność pożaru zależą od prędkości, a zarazem siły wiatru oraz od charakteru i ilości suchej biomasy. Do łatwopalnych należą zwłaszcza trawy, dominujące w formacjach sawanowych, a także na



Ryc. 6. Pożar na trawiastej sawannie koło Lusaki; wrzesień – pod koniec pory suchej.

wilgotnych, ale okresowo suchych łąkach „dambo” i przeważnie w runie lasów „miombo”. Wiele spośród

nich osiąga znaczną wysokość i tworzy duże zwarcie. Ważny dla rozmiaru skutków działania ognia jest odstęp czasu pomiędzy jego wystąpieniami i termin pojawiania się. Najmniej niekorzystne efekty wywołują pożary na początku pory suchej, gdy gleba jest jeszcze wilgotna, a drzewa z natury tracą liście. Bardziej szkodliwe jest oddziaływanie ognia pod koniec tej pory, bo wtedy nagromadza się dużo łatwopalnej materii organicznej, a niektóre drzewa rozlistniają się na 1–2 miesiące przed porą deszczową. Fakty te potwierdzają wyniki doświadczeń przeprowadzonych na wybranych powierzchniach w lasach koło Ndola, w środkowej Zambii (Ryc. 5).

Ogień przechodzi przez sawannę zazwyczaj szybko, według niektórych informacji z prędkością 100–300 m na godzinę. Temperatura podnosi się przy tym gwałtownie nawet do kilkuset stopni Celsjusza, ale tylko nad powierzchnią gleby; sama gleba nagrzewa się nieznacznie i do niewielkiej głębokości. Lekki, łagodnie przechodzący ogień (Ryc. 6), częsty na sawannach, może pozostawiać fragmenty roślinności niezniszczone. Nadziemne części gatunków nie drzewiastych spalane są zwykle na wysokości powyżej 1–2 cm. To umożliwia przetrwanie niżej położonych pączków odnawiających, pelzających łodyg, a także nasion i owoców znajdujących się na powierzchni ziemi.



Ryc. 5. Powierzchnie doświadczone koło Ndola. Formacja trawiasta wypalana późno, utrzymująca się na siedlisku lasu „miombo”, widocznego w głębi; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Rośliny, które rosną w miejscach często lub regularnie nawiedzanych przez pożary (Ryc. 7) mają cechy pozwalające na przetrwanie ognia i określane są jako pirofity; termin ten wprowadzili Kunholz-Lordat i Scaett w 1938 r.

Cechy i przykłady pirofitów

Przystosowania pirofitów do przetrwania ognia są rozmaite. Należą do nich: odporność kory, a niekiedy i liści na spalanie; zdolność do odnawiania z nie całkiem

zniszczonych pędów nadziemnych; znaczny rozwój części podziemnych, u niektórych gatunków nawet zdrewniałych, pozwalający na przetrwanie ognia



Ryc. 7. Spalenisko na poletku służącym do obserwacji pod Lusaką. Jan Kornaś filmuje pirofity; sierpień - druga połowa pory suchej.

(a zwykle także i innych niekorzystnych warunków) i dalszy rozwój rośliny po pożarze; odporność nasion i owoców na spalanie; swoiste kiełkowanie nasion (np. pod ziemią), a także zdolność szybkiego rozwoju po ogniu, zanim nastąpi jego powtórne pojawienie.

Pirofity należą do różnych jednostek systematycznych, gatunków, rodzajów i rodzin. Ze względu na cechy ekologiczne można je klasyfikować według ogólnej przyjętej koncepcji Raunkiaera z 1907 r. Zgodnie z nią rozróżnia się formy życiowe roślin na podstawie położenia pączków odnawiających; decyduje ono o możliwości przetrwania niekorzystnych pór roku – zimy lub suszy, ale także i ognia. W obszarach tropikalnych (gdzie klasyfikacja ta była już stosowana) występują jednak niejakie trudności. Sprawia je fakt, że niektóre gatunki mogą rozwijać się w rozmaitych postaciach, np. *Gloriosa simplex* (Liliaceae) jest niewysoką rośliną zielną lub lianą, a *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) obserwowana przez autorkę w północnej Nigerii może być półkrzewem, krzewem, a niekiedy i niewielkim drzewem. Zależy to od właściwości siedlisk oraz od stopnia i charakteru zniszczeń, którym podlegają rośliny. Następny problem to umieszczenie organów podziemnych: kłączy, korzeni, bulw i cebul oraz pączków odnawiających – głębsze w klimatach z zamarzającą glebą, a przeważnie płytsze tam, gdzie wchodzi w grę tylko oddziaływanie ognia i suszy. W tych drugich warunkach rośliny wykazują cechy pośrednie między wyróżnionymi przez Raunkiaera hemikryptofitami i geofitami scharakteryzowanymi poniżej; można je określić jako płytkie geofity. Na sawannach afrykańskich występują też swoiste rośliny mające zdrewniałe części podziemne, a nad ziemią tylko niewielkie ulistnione pędy zielne, względnie słabo zdrewniałe. F. White (m.in. w książce o florze lasów Zambii z 1962 r.) określa

je jako „geoxylic suffrutices” lub w skrócie „suffrutices”. Są one przedstawione tutaj osobno, chociaż ze względu na położenie pączków odnawiających mogłyby się znaleźć w obrębie niektórych wymienionych poniżej grup roślin, zwłaszcza hemikryptofitów lub geofitów.

Fanerofity czyli jawnopączkowe mają pączki odnawiające powyżej 25 cm nad ziemią; rosną głównie jako krzewy lub drzewa (Ryc. 8). Kora pirofitów należących do tej grupy jest odporna na działanie ognia, a niekiedy odporne są także liście. Niektóre gatunki jak np. *Erythrina tomentosa* (Fabaceae) zakwitają zwykle po pożarze.



Ryc. 8. Kwitnąca drzewiasta *Erythrina tomentosa* wśród palonych okosowo traw; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Chamefity czyli niskopączkowe, to głównie krzewinki z pączkami odnawiającymi poniżej 25 cm nad glebą; jest to wysokość, na której przeważnie oddziałuje ogień. Nie stwierdzono ich w przeprowadzonych obserwacjach, lecz mogą się wykształcać w przedstawionej dalej grupie „suffrutices”.

Hemikryptofity czyli naziemnopączkowe tworzą wśród pirofitów szczególnie liczną w gatunki grupę. Należy do nich większość traw. Pączki odnawiające znajdują się na rozłogach, u podstawy łodygi (źdźbła), często zgrubiałej w dolnej części i otoczonej starymi liśćmi – tuniką. Przeważnie są one jednak umieszczone w przyziemnej kępie niezupełnie spalanych liści i jakby na platformie, utworzonej przez zgrubienie korzeni w górnej ich części (Ryc. 9). Do częstych na sawannach gatunków traw należą w Zambii m.in. *Andropogon schirensis*, *Hipertelia dissoluta*, *Hyparrhenia filipendula* i *Setaria anceps*.

Podobne przystosowania do ognia znaleźć można u sitów, przedstawicieli rodzaju *Scirpus* (Cyperaceae), niektóre z nich mają też cechy zbliżające je do geo-



Ryc. 9. Niektóre cechy traw – pirofitów; kępy liści tylko częściowo spalone, pączki odnawiające powstaną tuż przy ziemi.

fitów. Z roślin dwuliściennych do omawianej grupy należą np. *Triumfetta heliocarpa* (Tiliaceae) (Ryc. 10) o wyraźnie zgrubiałym korzeniu i *Astripomea malvacea* (Convolvulaceae) (Ryc. 11), tworząca kłącza blisko powierzchni gleby.



Ryc. 10. *Triumfetta heliocarpa*, widoczne miejsce wyrastania pędów nadziemnych i mocno zgrubiały korzeń; wrzesień – druga połowa pory suchej.

Geofity czyli ziemnopączkowe mają w typowym wykształceniu pączki odnawiające na głębokości kilku do kilkunastu cm pod powierzchnią gleby. Zabezpieczenie przed pożarami (i suszą) jest więc bardzo dobre, ale odrastanie pędów nadziemnych trudniejsze

niż u hemikryptofitów. W opisywanych warunkach ta grupa roślin reprezentowana jest przez nieliczne gatunki, nawet jeśli się do niej zaliczy niektóre „suffrutices” i zbliżone do hemikryptofitów geofity płytkie. Należą do nich np. *Urginea* cfr. *indica* (Li-



Ryc. 11. *Astripomea malvacea* kwitnąca tuż przy ziemi; przy braku ognia może tworzyć wzniesione pędy, a nawet być krzewem; wrzesień – druga połowa pory suchej.

liaceae) (Ryc. 12) i pięknie kwitnące *Boophone disticha* (Amaryllidaceae) (Ryc. 13). Cebule tych roślin położone są tuż pod powierzchnią ziemi, powstające w ich obrębie zawiązki pędów znajdują się nieco



Ryc. 12. *Urginea altissima* na świeżym spalenisku – pędy wyrastają ze szczytów cebul widocznych na powierzchni gleby; październik, koniec pory suchej.

głębiej. Typowym geofitem jest *Gloriosa superba* (Liliaceae) wytwarzająca kłaczka z bulwiastymi zgrubieniami, stwierdzonymi przez autorkę na głębokości 7–11 cm.

„**Geoxylic suffrutices**” („**suffrutices**”) – pirofity o zdrewniałych częściach podziemnych, nie są rzadkie na wypalanych sawannach i mogą utrudniać zaorywanie tych terenów. Ich przykładem jest *Cryptosepalum maraviense* (Fabaceae) (Ryc. 14 i 15), roślina wytwarzająca kępę liści na powierzchni ziemi i zdrewniały, mocny korzeń określany jako pień podziemny. Należą tutaj także m.in. *Cussonia corbisieri* (Araliaceae), *Combretum platycephalum* (Combretaceae), *Ochna* cfr. *angustifolia* (Ochnaceae) (Ryc. 16) i *Gardenia subacaulis* (Rubiaceae). *Gardenia* ma zdrewniałe kłaczka i owoce odporne na ogień (Ryc. 17). Jej kwiaty rozwijają się zaraz po pożarze i kwitnienie trwa długo, także w porze deszczowej (Ryc. 18).

Terofity – rośliny krótkotrwałe, przeżywają porę niekorzystną i działanie ognia tylko w postaci nasion lub owoców. Na obserwowanych sawannach takich gatunków było bardzo niewiele, należała do nich np. nieduża *Polygala petitiiana* (Polygalaceae).

Fazy rozwoju roślinności po pożarach

W wyniku pożaru następuje usunięcie suchej masy traw i nagła zmiana warunków lokalnych: wzrost dostępu światła, wiatru i deszczu do powierzchni gruntu; powstają inne układy konkurencyjne między gatunkami i inne są właściwości środowiska życia zwierząt; mogą się rozwijać rośliny światłolubne; przylatują owady zapylające kwiaty; ułatwione jest rozsiewanie niektórych gatunków przez wiatr i odrastanie traw. Ma miejsce też uruchomienie i przyspieszenie krążenia w ekosystemie niektórych pierwiastków odżywczych dla roślin, przechodzących z popiołu do gleby. Zwiększa się jednak także możliwość erozji, powodującej rozmywanie gruntu.

Można wyróżnić 3 zasadnicze etapy następujących po sobie zmian.

1. Wczesne stadium rozwoju roślinności w 1–2 miesiące po pożarze. Na powierzchni gleby widoczny jest popiół, a wiele roślin zakwita, przeważnie przed wytworzeniem ulistnionych pędów, niektóre wytwarzają już owoce. Trawy, zwłaszcza mające przyziemną kępę liści, są zwykle spalone tylko częściowo i pod ich osłoną szybko rozwijają się młode liście, spalisko się zazielenia, z czego korzysta pasąca się zwierzyna (lub zwierzęta domowe).

2. Stadium pełnego rozwoju traw – przypada w połowie pory deszczowej, w Zambii w styczniu lub w lutym. Powierzchnia gleby pokryta jest wtedy gęstą roślinnością, zdominowaną przez kwitnące i owocujące trawy dochodzące nierzadko do wysokości ponad 2 m. Wiele roślin dwuliściennych, niskich w czasie kwitnienia ma teraz znaczne rozmiary łodyg i rozwinięte liście.

3. Okres stopniowego wysychania roślinności w porze suchej, zaczynającej się w Zambii od kwietnia, przerywany zazwyczaj wystąpieniem poza-

innych czynników, zwłaszcza okresów suszy, wysokich temperatur wynikających z cech klimatu, ubóstwa gleb w niektóre składniki, a także wpływu na



Ryc. 13. *Boophane disticha* – kwiatostany rozwijające się przed rozwojem liści; grudzień, pora deszczowa.

ru. Tylko niektóre rośliny zachowują zielone liście i kwiaty do pojawienia się ognia, gleba jest całkowicie zacieniona przez gęsto stojące, obumarłe pędy traw.

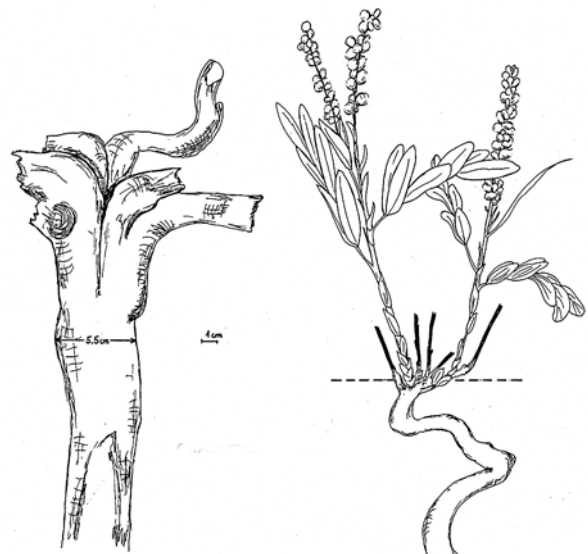
rośliny spasanja przez zwierzęta tworzące duże stada, co istniało już przed rozwojem pasterstwa, związane z gospodarką człowieka.



Ryc. 14. *Cryptosepalum marawiense* – przykład „geoxylic suffrutex” – kwiaty i kępy liści niszczone w czasie pożarów; wrzesień – pod koniec pory suchej.

Uwagi na temat adaptacji i ewolucji pirofitów

Swoiste cechy pirofitów, zwłaszcza „zejście pod ziemię” – rozbudowanie tam części trwałych (u wielu roślin gromadzących substancje odżywcze i wodę), mogą wytwarzać się pod wpływem pożarów, ale też



Ryc. 15. Podziemny pień *Cryptosepalum marawiense*, nowe pędy i resztki spalonych łodyg.

Na obszarach Afryki, na których wypalana jest roślinność występują tylko pirofity. Inne gatunki nie wykazujące odpowiednich adaptacji są eliminowane przez ogień, będący wyraźnie czynnikiem selekcji.

Interesujący jest fakt istnienia gatunków spokrewnionych, należących do tego samego rodzaju, z których jedne są pirofitami, najczęściej z grupy suffrutices, a inne mają zupełnie odmienną postać. Przykładem



Ryc. 16. *Ochna angustifolia* („geoxylic suffrutex”) z owocami, na spalenisku. Do tego rodzaju należą też krzewy i drzewa; wrzesień, pod koniec pory suchej.

może być para: przedstawiona już, maleńka *Gardenia subcaulis* na spaleniskach i okazały krzew *Gardenia*



Ryc. 17. Owoce *Gardenia subcaulis*, odporne na działanie ognia; początek wrzesnia – pora sucha.

jovis-tonantis (Ryc. 19) w miejscach nie wypalanych. Niektóre inne suffrutices np. *Combretum platycephalum* i *Ochna angolensis* mają odpowiedniki w postaci rozmaitych gatunków krzewów i drzew, a nawet zdrewniałej liany, m.in. w bardziej wilgotnych niż „miombo” lasach nadrzecznych.

Rośliny o cechach pirofitów spotyka się niekiedy także poza spaleniskami, np. na piaszczystych wydmachach, czy na odsłoniętych obrzeżach dróg; w takich przypadkach trzeba uznać, iż ich postać jest utrwalona. Ewolucje pirofitów można obserwować jakby na żywo wtedy, gdy ich cechy są przejściowe, wymuszane przez pożary. Tak np. niewielki suffrutex *Ochna angustifolia* przy braku ognia rozwija się jako krzew dochodzący do 2 m wysokości. Niektóre gatunki

mające podziemny pień i jedynie kępę liści lub niskich pędów nad ziemią, wyrastają jako drzewo wówczas, gdy nie są narażone na pożary. Na uwagę zasługuje także fakt, iż rytmika rozwoju pirofitów jest bardziej



Ryc. 18. *Gardenia subcaulis* – kwiaty i liście rośliny w porze deszczowej.

związana z terminami wystąpienia ognia, niż z porami roku. Wiele danych wskazuje zatem, że ogień miał szczególne znaczenie w ewolucji roślin sawanowych, w której wyniku rozwinęły się pirofity.



Ryc. 19. Krzewiasta *Gardenia jovis-tonantis* rosnąca w miejscach nie wypalanych, koło Jeziora Alau w Nigerii. Maj, w tamtym regionie początek pory deszczowej.

Rola ognia w gospodarce człowieka i ochronie przyrody

Ogień jest niewątpliwie czynnikiem niebezpiecznym, mogącym powodować duże szkody także w przyrodzie, zwłaszcza w terenach gdzie roślinność nie jest przystosowana do pożarów, które pojawiają się tylko sporadycznie. W Afryce człowiek od bardzo dawna używał ognia w swej gospodarce. Jak stwierdzili archeolodzy, posługiwał się nim już we wczesnej epoce kamiennej, więc tysiące lat temu. Celem było ułatwienie polowań, później też uzyskanie terenów dla pasterstwa, a następnie także dla rolnictwa.

Dążono przy tym zarówno do powstania otwartych formacji roślinnych w miejsce zarośli i lasów, jak uzyskania w okresie suszy młodych pędów traw i zielonych pastwisk. Te ostatnie korzyści brane są pod uwagę w ochronie przyrody m. in. w parkach narodowych Afryki, zgodnie z ogólną tendencją przechodzenia od form ochrony biernej do czynnej. Wchodzą przy tym w grę pożary kontrolowane, stosowane na ograniczonej przestrzeni, ale ułatwiające zwierzętom roślinożernym przetrwanie okresu, gdy brak wody, a trawy bez wypalania są suche i bez wartości.

W miarę wzrostu gęstości zaludnienia i rozwoju rolnictwa następuje ograniczanie terenu sawann i rola ognia w przyrodzie maleje; mniejsza jest np. w gęsto zaludnionej północnej Nigerii (co autorka obserwowała), niż w posiadającej więcej terenów naturalnych Zambii. Trzeba podkreślić, iż pirofity, gatunki roślin o swoistych cechach, przeważnie ozdobnie kwitnące, zasługują na uwagę, a w przypadku daleko idącego ograniczania terenów ich występowania, być może także na ochronę czynną, obejmującą wybrane powierzchnie.

Prof. dr Anna Medwecka-Kornaś, członek czynny PAU, członek honorowy Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, jest emerytowanym profesorem w Instytucie Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: ubmedwec@cyf-kr.edu.pl
