

POJAWY FENOLOGICZNE W 2014 ROKU W TRZEBAWIU KOŁO POZNANIA NA TLE WCZEŚNIEJSZYCH OBSERWACJI FITOFENOLOGICZNYCH NA OBSZARZE ŚRODKOWEJ WIELKOPOLSKI

Przemysław Mager, Małgorzata Kępińska-Kasprzak

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy,
Poznań

Streszczenie. Rok 2014 charakteryzował się anomalnie wysokimi wartościami temperatury powietrza w wielu państwach europejskich. Również w Polsce średnia temperatura powietrza w okresie letnim była znacznie wyższa od normy. W artykule przedstawiono analizę faz fenologicznych roślin dziko rosnących oraz pszenżyta ozimego w 2014 roku na tle analogicznych fenofaz zaobserwowanych w przeszłości. Autorzy porównali wyniki obserwacji fitofenologicznych z automatycznej stacji fenologicznej zlokalizowanej w Trzebawiu koło Poznania z obserwacjami prowadzonymi na obszarze środkowej Wielkopolski przez IMGW-PIB w latach 1946–1960 i 2007–2012. Do analiz wybrano 4 fenofazy trzech roślin dziko rosnących oraz główne fazy rozwojowe pszenżyta ozimego. W roku 2014, w 90% przypadków początek kolejnych fenofaz roślin dziko rosnących miał miejsce wcześniej niż w latach 1946–1960 oraz w 78% sytuacji wcześniej niż w latach 2007–2012, a w przypadku pszenżyta ozimego o kilkanaście do dwudziestu kilku dni wcześniej niż w latach 1982–1996.

Słowa kluczowe: fenologia, automatyczne obserwacje fenologiczne, fenofaza, rośliny dziko rosnące, pszenżyto ozime

WSTĘP

Fenologia (z greckiego *fainein* – ‘pojawiać się’, ‘okazywać się’) polega na obserwacjach i badaniach nad przebiegiem sezonowych zjawisk w świecie roślinnym i zwierzęcym, zależnych od zmian pogodowych i klimatycznych. Nauka ta dzieli się na fitofeno-

Adres do korespondencji – Corresponding authors: mgr Przemysław Mager, dr Małgorzata Kępińska-Kasprzak, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Dąbrowskiego 174/176, 60-584 Poznań, e-mail: Małgorzata.Kepinska-Kasprzak@imgw.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2016

logię i zoofenologię. Przedmiotem badań, których wyniki przedstawiono w niniejszym opracowaniu, były obserwacje fitofenologiczne.

Fazy fenologiczne związane z rozwojem roślin wykazują znaczną zmienność w kolejnych latach, a także ogromne zróżnicowanie w przestrzeni. Wpływają na to zarówno czynniki indywidualne (uwarunkowania genetyczne i wiek roślin), jak i środowiskowe (warunki pogodowe i klimatyczne, warunki glebowe, ilość dostępnej wody, choroby i szkodniki, zachwaszczenie itd.). Na dynamikę zmian fenologicznych na danym obszarze ma wpływ ogół warunków charakteryzujących środowisko w tym rejonie, jednakże sezonowa cykliczność fenofaz w największym stopniu podlega wpływowi takich elementów jak temperatura powietrza, długości dnia i wysokość opadów atmosferycznych [Guidelines... 2009]. Ponieważ obserwacje fenologiczne są względnie prostym i niskonakładowym sposobem wczesnego wykrywania zmian w biosferze, dlatego też w łatwy sposób uzupełniają pomiary instrumentalne. Na uwagę zasługuje też fakt, że reakcja roślin na warunki pogodowe oraz na zmiany klimatyczne ma charakter kompleksowy, tj. nie jest wynikiem reakcji na pojedynczy element pogody, ale sumarycznym odbiciem wszystkich składowych klimatu jako całości. Posterunki fitofenologiczne mogą obejmować różne rodzaje obserwacji: rośliny dziko rosnące, rośliny uprawne, a także pomiary stężenia pyłków roślin, które stanowią cenną informację dla alergików i są szeroko wykorzystywane w dziedzinie medycyny [Guidelines... 2009]. Od dawna obserwacje fenologiczne są też cennym wsparciem w pracach polowych w rolnictwie. Informacje o aktualnym stadium rozwoju roślin są niezwykle ważne między innymi przy podejmowaniu decyzji o wydawaniu ostrzeżeń o przymrozkach i zaleceniach w ochronie roślin przed chorobami i szkodnikami [Guide... 2010].

Wyniki obserwacji fenologicznych, uważane za bardzo istotny, zintegrowany parametr stanu środowiska, w ostatnich latach wykorzystywane są do oceny wpływu zmian klimatu na ekosystemy w coraz szerszym zakresie [m.in. Tomaszewska i in. 1999, Menzel i in. 2006, Jabłońska 2014]. Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) już w III Raporcie z 2001 roku stwierdził, że takie systemy jak wody powierzchniowe, lodowce, vegetacja, insekty, ptaki i ssaki w sposób widoczny reagują na obserwowane zmiany temperatury [Crimmins i Crimmins 2008]. W tym kontekście wyjątkowo cenne są długie serie obserwacji roślin i zwierząt. Jedno z największych w Europie źródeł danych o obserwacjach fenologicznych stanowi Plant Phenological Online Database (PPODB). Baza ta zawiera ponad 16 milionów obserwacji od 1880 roku z ponad 8000 stacji w Europie Środkowej (głównie z Niemiec), pochodzących w przeważającej części z zasobów Deutsche Wetterdienst [Dierenbach i in. 2013]. W 2004 roku uruchomiono w ramach Akcji COST 725 („Establishing a European dataplatform for climatological applications”) bazę danych fenologicznych, w której można znaleźć na bieżąco uzupełniane dane z blisko 20 000 różnych punktów obserwacyjnych w 30 państwach europejskich. Zawarte w niej dane obejmują 139 roślin i 33 różne fazy fenologiczne. Utworzenie tego typu baz danych wymaga w pierwszym rzędzie posiadania dokładnych, codziennych obserwacji polowych prowadzonych przez odpowiednio wykształconych obserwatorów, zgodnie z przyjętą metodyką. Mankamentem takiego systemu jest również jego nieciągłość [INCREASE].

Rozwiązaniem niwelującym w pewnej mierze te niedogodności jest możliwość użycia narzędzi satelitarnych do oceny stanu vegetacji. Jednakże obrazy satelitarne

wymagają walidacji na podstawie danych z pomiarów naziemnych, a korelacja między tymi dwoma typami danych często jest słaba. Wadą danych satelitarnych jest również ich okresowy brak, np. z powodu zachmurzenia oraz ograniczone możliwości uzyskania informacji o pojedynczych roślinach. Próba znalezienia pośrednich rozwiązań są coraz bardziej popularne w ostatnich latach techniki teledetekcji oparte na fotograficznych aparatach cyfrowych. Oferują one wysoką rozdzielczość czasową i jakość obrazu. W zależności od miejsca ich instalacji (wieża obserwacyjna, platforma, trójnóg itp.) pozwalają na obserwacje całych skupisk roślinnych jak i wybranych części roślin. Kolejną zaletą takich systemów jest otrzymywanie i gromadzenie obrazów, których analizę można prowadzić na bieżąco lub przechowywać do późniejszego wykorzystania. W ostatnich latach, między innymi ze względu na malejące koszty sprzętu, obserwacje fenologiczne przy użyciu aparatu fotograficznego są coraz częstsze. System polegający na wykonywaniu powtarzających się fotografii wybranych roślin i ich części może dostarczać stałych informacji o pojawianiu się kolejnych fenofaz, na co zwrócili uwagę m.in. Crimmins i Crimmins [2008]. Dodatkową zaletą takiej metody jest też fakt, że w wyniku obserwacji otrzymujemy dane liczbowe, które mogą podlegać dalszej obróbce statystycznej. Przykład stanowią analizy zmian udziału barwy czerwonej, zielonej i niebieskiej (RGB), z których uzyskuje się barwy pochodne. Pozwala to między innymi na obliczanie „wskaźnika zieleni” [Crimmins i Crimmins 2008]. Opisy instalacji kamer oraz wyniki analiz obserwacji fenologicznych prowadzonych przy użyciu fotograficznych aparatów cyfrowych można znaleźć między innymi w pracach: Richardson i Jenkins [2007], Ahrends i in. [2008], Graham i in. [2009], Bradley i in. [2010], Gu i in. [2010], Ide i Oguma [2010, 2013], Bater i in. [2011], Sonnentag i in. [2012], Zhao i in. [2012], Yu i in. [2013]. Ostatni z wymienionych autorów zwracają uwagę, że nadal nie ma zbyt wielu prac mających na celu obserwacje rozwoju roślin uprawnych przy użyciu automatycznych obserwacji, choć ich zdaniem metody te mogą spełniać oczekiwania stawiane obserwacjom fenologicznym przez rolnictwo i farmatorów. Automatyczne obserwacje fenologiczne były również prowadzone w projekcie INCREASE (An Integrated Network on Climate Research Activities on Shrubland Ecosystems) realizowanym w ramach Siódmego Programu Ramowego (FP7) w latach 2009–2013 [INCREASE].

W Polsce, na mocy porozumienia pomiędzy Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym (PCSS), Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytutem Badawczym (IMGW-PIB) oraz Ogrodem Botanicznym UAM, uruchomiono pilotażowy system automatycznych obserwacji fenologicznych. System powstał w ramach gridu dziedzinowego „Fenologia” realizowanego w projekcie „Dziedzinowo zorientowane usługi i zasoby infrastruktury PL-Grid dla wspomagania Polskiej Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej – PLGrid Plus” w latach 2012–2013 [Mager i in. 2014]. Punkt prowadzenia obserwacji fenologicznych zlokalizowany został w miejscowości Trzebowa położonej na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego, w odległości kilkunastu kilometrów na południowy zachód od Poznania. Obserwacje w Trzebowiu prowadzone są za pomocą zdalnie sterowanego aparatu fotograficznego umieszczonego na maszcie na wysokości 4 m nad powierzchnią gruntu i wykonującego zdjęcia sześciu dziko rosnących drzew i krzewów oraz pola uprawnego, będących w zasięgu aparatu. W ramach zestawu obserwacyjnego uruchomiono również automatyczną stację mete-

orologiczną. Pełne informacje o zakresie wykonywanych obserwacji oraz wyniki analiz i aktualne zdjęcia roślin są dostępne na portalu internetowym <http://fenologia.plgrid.pl>.

Pierwszy pełen sezon automatycznych obserwacji fenologicznych w Trzebawiu przypadł na 2014 rok, który równocześnie został odnotowany w historii pomiarów meteorologicznych jako rekordowy pod względem dodatnich odchyłeń temperatury powietrza. Średnia roczna wartość temperatury lądów i oceanów przekroczyła o $0,69^{\circ}\text{C}$ średnią temperaturę z XX wieku wynoszącą $13,9^{\circ}\text{C}$ [NOAA]. Również w Polsce średnia roczna temperatura powietrza była wyższa przeciętnie o $1,7^{\circ}\text{C}$ od normy wieloletniej 1971–2000 [Biuletyn... 2014]. Pozwala to przypuszczać, że zarówno rozpoczęcie wegetacji roślin jak i występowanie kolejnych fenofaz uległo znacznemu przyśpieszeniu w porównaniu z warunkami przeciętnymi. W związku z powyższym autorzy postawili sobie za cel badawczy określenie skali przyspieszenia wybranych fenofaz w 2014 roku w Trzebawiu w porównaniu z wynikami obserwacji prowadzonych na pobliskim obszarze we wcześniejszych latach.

MATERIAŁ I METODY

W celu oceny różnic pomiędzy datami początku fenofaz w 2014 roku a poprzednimi latami porównano wyniki obserwacji z automatycznej stacji obserwacyjnej w Trzebawiu w 2014 roku z dostępnymi autorom analogicznymi obserwacjami z 15-lecia 1946–1960, prowadzonymi na obszarze środkowej Wielkopolski i opublikowanymi przez Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny [Rocznik... 1946–1960]. Wykorzystano dane z następujących stacji: Kokoszczyń, Lubiąż, Nekla, Plewiska, Poznań, Puszczykowo, Robakowo i Strykowo. Daty występowania kolejnych analizowanych fenofaz dla lokalizacji Trzebaw w okresie 1946–1960 uzyskano, interpolując wyniki spostrzeżeń z wymienionych powyżej stacji. Do analizy wybrano tylko wspólne dla 2014 roku i okresu 1946–1960 rośliny oraz ich fazy rozwojowe. W związku z powyższym w artykule przedstawiono wyniki porównań dla trzech spośród sześciu obserwowanych w Trzebawiu dziko rosnących drzew i krzewów: kasztanowca (*Aesculus Hippocastanum* L.), robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.) i lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.). Z obserwowanych 17 faz rozwojowych roślin dziko rosnących w Trzebawiu wybrano tylko te 4 fazy (początek listnienia i zakwitania oraz pełnię listnienia i zakwitania), dla których było możliwe porównanie z materiałami archiwalnymi. W analizie uwzględniono również informacje dotyczące początku zakwitania wymienionych roślin z działającej w latach 2007–2012 sieci obserwacji fenologicznych na stacjach synoptycznych IMGW-PIB. Wykorzystano tu spostrzeżenia ze stacji w Poznaniu, Zielonej Górze i Kaliszu. Ponadto przeanalizowano daty początku poszczególnych faz rozwojowych pszenżyta ozimego (*x Triticosecale* Wittm.) w skali BBCH, które obserwowano na sąsiednim polu uprawnym. Wyniki porównano z informacjami zawartymi w *Atlasie klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce* [2001] i uzyskanymi na podstawie obserwacji z lat 1982–1996.

Warunki termiczne w 2014 roku w Trzebawiu scharakteryzowano w oparciu o średnie miesięczne temperatury powietrza, obliczone na podstawie pomiarów prowadzonych na automatycznej stacji meteorologicznej zlokalizowanej w miejscu wykonywania obserwacji fenologicznych. Oceny uzyskanych wartości dokonano przy wykorzystaniu

11-stopniowej klasyfikacji termicznej opracowanej przez H. Lorenc i przyjętej przez IMGW-PIB do charakterystyki kolejnych miesięcy i lat [Biuletyn... 2014]. Natomiast temperaturę powietrza panującą w środkowej Wielkopolsce w poszczególnych latach okresów 1946–1960 i 2007–2012 scharakteryzowano w oparciu o pomiary prowadzone na stacji Poznań-Ławica, a następnie odniesiono je do wartości średnich obliczonych z wielolecia 1946–1960. Warto podkreślić, że stacja Trzebaw i Poznań-Ławica są oddalone od siebie o około 16 km, położone w podobnych warunkach terenowych i wykazują bardzo podobny przebieg elementów meteorologicznych.

WYNIKI

Jak już wspomniano na wstępie, rok 2014 charakteryzował się wyjątkowo dużą anomalią termiczną. W 11-stopniowej skali oceny [Biuletyn... 2014], do bardzo ciepłych miesięcy należał luty, do anomalnie ciepłych – marzec, wrzesień i październik, a do ekstremalnie ciepłych – kwiecień, lipiec i listopad. Średnia temperatura okresu wegetacyjnego liczonego od marca do października włącznie wyniosła 14,2°C i była najwyższa w historii pomiarów meteorologicznych prowadzonych od 1848 roku na terenie Poznania (dane IMGW-PIB). Ponieważ zarówno marzec jak i listopad były bardzo ciepłe, początek termicznego okresu wegetacyjnego w Trzebawiu został przyspieszony o 24 dni, a jego koniec opóźniony o 12 dni w stosunku do średnich terminów z lat 1971–2000 [Atlas... 2005]. W konsekwencji okres wegetacyjny w 2014 roku trwał 261 dni i był o 36 dni dłuższy od przeciętnego z wielolecia 1971–2000.

Bardzo wczesna wiosna i utrzymująca się przez wiele miesięcy dodatnia anomalia termiczna pozwalały przypuszczać, że początek analizowanych fenofaz był znacznie przyspieszony w porównaniu do lat poprzednich. Pierwszym pojawem, dla którego istniały porównywalne dane w 2014 roku i latach ubiegłych, był początek listnienia kasztanowca. Przypadł on w 2014 roku na 8 IV (tab. 1). Tak wczesnego wystąpienia tej fenofazy w Trzebawiu nie obserwowano w latach 1946–1960 oraz 2007–2012 (tab. 2). Przyczyną takiej sytuacji zapewne był fakt, że w obydwu analizowanych okresach nie wystąpił tak ciepły luty i marzec jak w 2014 roku.

Tabela 1. Dаты początku wybranych faz fenologicznych roślin dziko rosnących w 2014 roku w Trzebawiu

Table 1. Dates of the beginning of chosen wild plants phenophases in 2014 in Trzebaw

	Kasztanowiec Horse chestnut	Robinia akacjaowa Black locust	Lipa drobnolistna Small-leaved lime
Początek listnienia Beginning of leaf unfolding	8 IV	30 IV	20 IV
Pełnia listnienia Full leaf unfolding	19 IV	9 V	22 IV
Początek kwitnienia Beginning of flowering	30 IV	24 V	11 VI
Pełnia kwitnienia Full flowering	4 V	26 V	14 VI

Dwie kolejne analizowane fenofazy to początek i pełnia listnienia lipy drobnolistnej. Początek listnienia lipy (20 IV) wcześniej niż w 2014 roku wystąpił w latach 1953 oraz 1959 (odpowiednio o 7 i 6 dni). Także w tych dwóch latach wcześniej miała miejsce pełnia listnienia lipy odnotowana w Trzebawiu 20 IV 2014. Jednakże w tym wypadku różnica nie przekraczała 2 dni (tab. 2). Warto zwrócić uwagę, że w roku 1953 i 1959 kwiecień – miesiąc, w którym odnotowano wymienione fenofazy, jak i poprzedzający go marzec, charakteryzowały się wysokimi średnimi miesięcznymi temperaturami, od 1,3°C do 5,2°C wyższymi od średniej wieloletniej (1946–1960).

Początek zakwitania kasztanowca miał miejsce w Trzebawiu 30 IV 2014 roku (tab. 1). Trzykrotnie, to jest w latach 1948, 1949 oraz 1955, faza ta wystąpiła wcześniej niż w roku 2014. Niemniej różnica była niewielka i wynosiła, w zależności od roku, od 1 do 2 dni.

Kolejnymi obserwowanymi fenofazami były początek oraz pełnia zakwitania robinii akacyjowej. W 2014 roku w Trzebawiu miało to miejsce odpowiednio 24 oraz 26 V (tab. 1). Pierwsza z nich (początek zakwitania) wystąpiła znacznie wcześniej w latach 1948, 2011 oraz 2012 niż w roku 2014 – odpowiednio o 7, 8 i 6 dni (tab. 2). W latach tych średnia temperatura maja była od 0,6°C do 2,1°C wyższa niż w roku 2014. Wcześniejszą pełnię zakwitania odnotowano również w 1948 roku, jednak różnica nie była tak duża (4 dni). Zatem 2014 rok nie był wyjątkowy na tle wielolecia 1946–1960 w przypadku obu tych faz.

Ostatnimi fenofazami, których daty wystąpienia można było odnieść do okresów wcześniejszych, były początek oraz pełnia kwitnienia lipy. Miały one miejsce odpowiednio 11 oraz 14 VI (tab. 1). Tak wczesnego ich występowania nie notowano w obydwu porównywanych okresach (1946–1960 i 2007–2012).

Powyższa analiza wskazuje, iż w przeszłości zdarzały się lata, w których poszczególne fenofazy w rejonie Trzebawia występowały wcześniej niż w roku 2014. Najczęściej, bo w 33% przypadków, sytuacja taka miała miejsce w odniesieniu do początku zakwitania robinii akacyjowej, a w 20% analizowanych sytuacji w przypadku początku listnienia lipy. Wcześniejszy niż w 2014 roku początek zakwitania kasztanowca notowano w 14%, a z podobną częstością (13%) pełnię listnienia lipy. W niecałych 7% analizowanych lat wystąpiła wcześniejsza pełnia kwitnienia robinii akacyjowej. Natomiast nigdy tak wcześnie jak w 2014 roku w analizowanym rejonie nie obserwowano pojawienia się początku listnienia kasztanowca oraz początku i pełni zakwitania lipy.

Zwrócono uwagę na przebieg temperatury powietrza w latach 1948, 1953 oraz 1959, podczas których zdarzały się najczęstsze przypadki wcześniejszego pojawiania się fenofaz. Okazało się, że były to lata, w których od stycznia do czerwca notowano dodatnie odchylenia średnich miesięcznych temperatur powietrza w porównaniu z wartością średnią wieloletnią obliczoną dla okresu 1946–1960. Szczególnie duże odchylenie miało miejsce w tych trzech latach w marcu (od 1,8°C do 3,9°C) i w kwietniu (od 1,3°C do 3,0°C). Ta dodatnia anomalia termiczna miała zapewne wpływ na przyspieszenie dat listnienia i zakwitania opisywanych roślin. W 2014 roku dodatnie odchylenia średnich miesięcznych temperatur od średnich z okresu 1946–1960 były jeszcze większe i wynosiły dla marca 5,2°C, a dla kwietnia 3,0°C. Zatem w 2014 roku średnie miesięczne temperatury w miesiącach marzec–kwiecień były wyższe niż w roku 1948, 1953 oraz 1959, niemniej to właśnie w tych trzech latach początek faz zakwitania robinii akacyjowej oraz listnienia lipy był do siedmiu dni wcześniejszy. Tak więc, obok czynnika termicznego, na rozkład w czasie analizowanych fenofaz mogły mieć tutaj wpływ także inne czynniki (np. rozkład opadów atmosferycznych).

Tabela 2. Różnice (w dniach) pomiędzy początkiem wybranych faz fenologicznych w 2014 roku i w latach poprzednich
 Table 2. Differences (in days) in the beginning of chosen phenophases in the year 2014 and previous years

Rok	Kasztanowiec Horse chestnut			Robinia akacja Black locust			Lipa drobnolistna Small-leaved lime		
	listnienie leaf unfolding - beginning	kwitnienie początek flowering - beginning	kwitnienie pełnia flowering - full	kwitnienie początek flowering - beginning	kwitnienie pełnia flowering - full	kwitnienie początek flowering - beginning	listnienie pełnia leaf unfolding - full	kwitnienie początek flowering - beginning	kwitnienie pełnia flowering - full
1946	+15	+5	+6	0	+7	+17	+9	+9	+16
1947	+18	+7	0	+1	+9	+15	+10	+10	+17
1948	+5	-2	-4	-7	+4	+6	+3	+3	+6
1949	+9	-1	+4	+1	0	+6	+1	+1	+17
1950	+11	+5	0	-2	+11	+14	+7	+7	+12
1951	+9	+14	+7	+3	+12	+15	+14	+14	+17
1952	+10	0	+15	+4	-3	+13	+13	+13	+16
1953	+1	+1	+26	+15	-7	-1	+9	+9	+11
1954	+23	+20	+19	+12	+12	+16	+13	+13	+13
1955	+27	-2	+25	+21	+18	+20	+23	+23	+28
1956	+28	+22	+14	+12	+13	+17	+23	+23	+27
1957	+14	+13	+18	+15	+3	+7	+12	+12	+16
1958	+19	+16	+16	+15	+16	+21	+14	+14	+20
1959	+8	+10	+5	-1	-6	-2	+8	+8	+10
1960	+18	+13	+12	+9	+12	+15	+12	+12	+14
2007	×	+4	×	-1	×	×	+13	+13	×
2008	×	+16	×	+3	×	×	+10	+10	×
2009	×	+4	×	-1	×	×	+17	+17	×
2010	×	+5	×	+17	×	×	+15	+15	×
2011	×	0	×	-8	×	×	+9	+9	×
2012	×	+6	×	-6	×	×	+15	+15	×

- późniejsza data początku fenofazy w 2014 roku w porównaniu do danego roku, - later date of phenophase beginning in 2014 in comparison with given year
 + wcześniejsza data początku fenofazy w 2014 roku w porównaniu do danego roku, + earlier date of phenophase beginning in 2014 in comparison with given year
 × brak danych obserwacyjnych do porównań, × lack of observing data for comparisons

Daty początków wybranych faz rozwojowych pszenżyta ozimego obserwowane na stacji w Trzebawiu (tab. 3) odniesiono do średnich terminów ich występowania na analizowanym obszarze w latach 1982–1996 [Atlas... 2001]. W porównaniu z wartościami średnimi z tego wielolecia, początki faz rozwojowych pszenżyta w 2014 roku były wyraźnie przyspieszone, i tak krzewienie o 14 dni, strzelanie w źdźbło o 24 dni, kłoszenie o 23 dni, a zbiór o 13 dni.

Tabela 3. Daty początku faz rozwojowych pszenżyta ozimego w 2014 roku w Trzebawiu
Table 3. Dates of the beginning of winter triticale phenophases in 2014 in Trzebaw

Pszenżyto ozime Winter triticale	
Krzewienie Tillering	7 III
Strzelanie w źdźbło Shooting	31 III
Grubienie pochwy liściowej liścia flagowego Booting	26 IV
Kłoszenie Heading	30 IV
Kwitnienie Flowering	21 V
Rozwój ziarniaków Development of fruit	31 V
Dojrzewanie Ripening	14 VI
Zamieranie Senescence	13 VII
Zbiór Harvest	21 VII

DYSKUSJA

Analiza obserwacji fenologicznych napotyka duże trudności. Ze względu na brak jednolitej sieci obserwacyjnej w Polsce nie istnieją długie ciągi danych dotyczące początków poszczególnych fenofaz, a istniejące obserwacje z wielolecia 1946–1992 zostały opublikowane tylko w szczątkowej formie (za okres 1946–1960). Mimo niewątpliwiej wartości danych fenologicznych zarówno w analizach nad zmianami klimatu jak i w praktycznym zastosowaniu między innymi w rolnictwie, przez szereg lat nie prowadzono w skali kraju systematycznych obserwacji zarówno roślin dziko rosnących jak i uprawnych. Sieć obserwacji fenologicznych obejmujących całą Polskę została wznowiona przez IMGW-PIB po długiej przerwie dopiero w 2007 roku.

Ze względu na poważne luki i nieciągłość danych fenologicznych interpretacja przedstawionych wyników obserwacji i ich analiza nie jest łatwa. Autorzy zdają sobie

sprawę, że wykorzystany w artykule materiał obserwacyjny z lat wcześniejszych może mieć znaczenie tylko orientacyjne, gdyż utworzone w opisany powyżej sposób ciągi nie są jednorodne (nie są to obserwacje tych samych roślin, rosnących w tych samych warunkach). Zwracają na to uwagę liczni autorzy omawiający zasady prowadzenia obserwacji fenologicznych [Kalendarz obserwatora... 1973, Sokołowska 1980, Guidelines... 2009].

Uzyskane wyniki trudno odnieść do innych tego typu analiz zarówno ze względów opisanych powyżej, jak i z braku podobnych informacji w literaturze przedmiotu. Obserwacje fenologiczne przy użyciu kamer i aparatów fotograficznych (tzw. webcam) są coraz częstsze w wielu państwach, niemniej również tam brak doniesień o wynikach porównań uzyskiwanych w ten sposób informacji z danymi historycznymi. Jednym z celów artykułu było jednak zasygnalizowanie zarówno znaczenia prowadzenia obserwacji fenologicznych jak i zwrócenie uwagi na możliwości wykorzystania informacji posiadanych przez IMGW-PIB o wybranych fenofazach ze wznowionej od 2007 sieci fenologicznej oraz informacji uzyskiwanych regularnie od jesieni 2013 roku z pierwszej w Polsce automatycznej platformy monitoringu fitofenologicznego.

PODSUMOWANIE

Istotny wpływ na przebieg wegetacji w 2014 roku miała anomalnie wysoka temperatura powietrza. Daty początków wybranych faz rozwojowych pszenżyta ozimego obserwowane na stacji w Trzebawiu miały miejsce o kilkanaście do dwadzieścia kilku dni wcześniej niż występujące średnio w latach 1982–1996. Przyspieszeniu uległy także fenofazy obserwowanych roślin dziko rosnących. W roku 2014 w 90% przypadków początek obserwowanych fenofaz miał miejsce wcześniej niż w latach 1946–1960 oraz w 78% przypadków wcześniej niż w latach 2007–2012. W analizowanych okresach występowały jednak przypadki wcześniejszego początku fenofaz niż w 2014 roku. Najczęściej takie sytuacje miały miejsce w roku 1948, 1953 oraz 1959. W latach tych średnie miesięczne temperatury powietrza, zwłaszcza w marcu i kwietniu, tj. w miesiącach poprzedzających większość analizowanych fenofaz, były znacznie wyższe od wartości średnich wieloletnich, co potwierdza wpływ czynnika termicznego na terminy występowania pojavów fenologicznych roślin. Zwraca na to również uwagę Jabłońska [2014], która w swoich badaniach uzyskiwała najwyższą korelację terminu pojavów fenologicznych z temperaturą miesiąca poprzedzającego dany pojav.

Prowadzone przez autorów analizy wyników automatycznych obserwacji fenologicznych w Trzebawiu wykazują, że dostępne obecnie możliwości w zakresie użycia względnie taniego, o dobrych parametrach, sprzętu fotograficznego oraz technologii informacyjnej (IT) są wystarczające do budowy sprawnie działającego, zdalnego systemu monitoringu fitofenologicznego. System taki pozwala na uzyskanie bogatego materiału faktograficznego, a zakres i jakość obserwacji zależy praktycznie tylko od możliwości technicznych aparatu fotograficznego oraz od odległości dzielącej aparat od obiektów przyrodniczych.

PIŚMIENNICTWO

- Ahrends, H.E., Brügger, R., Stöckli, R., Schenk, J., Michna, P., Jeanneret, F., Wanner, H., Eugster, W. (2008). Quantitative phenological observations of a mixed beech forest in northern Switzerland with digital photography. *J. Geophys. Res.*, 113, G04004.
- Atlas klimatu Polski (2005). Red. H. Lorenc. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce (2001). Red. Cz. Koźmiński, B. Michalska. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.
- Bater, C.W., Coops, N.C., Wulder, M.A., Hilker, T., Nielsen, S.E., McDermid, G., Stenhouse, G.B. (2011). Using digital time-lapse cameras to monitor species-specific understorey and overstorey phenology in support of wildlife habitat assessment. *Environ. Monitor. Assess.*, 180, 1–13.
- Buletyn Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej (2014). 13 (150). IMGW-PIB.
- Bradley, E., Roberts, D., Still, C. (2010). Design of an image analysis website for phenological and meteorological monitoring. *Environ. Modell. Software*, 25, 107–116.
- Crimmins, M.A., Crimmins, T.M. (2008). Monitoring Plant Phenology Using Digital Repeat Photography. *Environ. Manag.*, 41, 949–958.
- Dierenbach, J., Badeck, F.-W., Schaber, J. (2013). The plant phenological online database (PP66450DB): an online database for long-term phenological data. *Internat. J. Biometeor.*, 57, 805–812.
- Graham, E.A., Yuen, E.M., Robertson, G.F., Kaiser, W.J., Hamilton, M.P., Rundel, P.W. (2009). Budburst and leaf area expansion measured with a novel mobile camera system and simple color thresholding. *Environ. Experim. Botany*, 65, 238–244.
- Gu, Z.J., Zeng, Z.Y., Shi, X.Z., Li, L., Weindorf, D.C., Zha, Y., Yu, D.S., Liu, Y.M., (2010). A model for estimating total forest coverage with ground-based digital photography. *Pedosphere* 20(3): 318–325.
- Guide to Agricultural Meteorological Practices, WMO-No. 134 (2010).
- Guidelines for Plant Phenological Observations, WMO-TD N. 1484 (2009). World Climate Programme – World Climate Data and Monitoring Programme, WCDMP-No. 70.
- Ide, R., Oguma, H. (2010). Use of digital cameras for phenological observations. *Ecolog. Informatics*, 5, 339–347.
- Ide R., Oguma H. (2013). A cost-effective monitoring method using digital time-lapse cameras for detecting temporal and spatial variations of snowmelt and vegetation phenology in alpine ecosystems. *Ecolog. Informatics*, 16, 25–34.
- INCREASE, APOS technique documentation: http://www.increase-infrastructure.eu/Deliverables_and_results/~media/Increase_infrastructure/dokumenter/Del%2014%202%20part%202%20%20APOS_Technical_Documentation.ashx.
- Jabłońska, K. (2014). Wpływ zmian klimatu na fenologię wybranych roślin wskaźnikowych w Polsce. Rozprawa doktorska. UW, Wydział Biologii,
- Kalendarz obserwatora fenologicznego na rok 1974 (1973). IMGW, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Mager, P., Kępińska-Kasprzak, M., Meyer, N., Mueller, S., Stokłosa, D., Wójtowicz, W., Jaskulska, J. (2014). Automatic Monitoring as a Tool for Collection of Information on Fitophenological Cycle. [W:] eScience on Distributed Computing Infrastructure. Achievements of PLGrid Plus Domain-Specific Services and Tools. Red. M. Bubak, J. Kitowski, K. Wiatr. Springer, Cham, 335-350.
- Menzel, A., Sparks, T.H., Eestrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kubler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Dahl, A., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., Jatczak, K., Mage, F., Mestre, A., Nordli, Ø., Penuelas, J., Pirinen, P., Remisova, V., Scheffinger, H., Striz, M., Susnik, A., van Vliet, A.J.H., Wielgolaski, F.-E., Zach,

- S., Zust, A. (2006). European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biol.*, 12, 1969–1976.
- NOAA, <http://www.ncdc.noaa.gov>.
- Richardson, A.D., Jenkins, J.P. (2007). Use of digital webcam images to track spring green-up in a deciduous broadleaf forest. *Oecologia*, 152, 323–334.
- Rocznik fenologiczny, 1946–1960 (1951–1967). PIHM, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Sokołowska, J. (1980). Przewodnik fenologiczny. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa.
- Sonnentag, O., Hufkens, K., Teshera-Sterne, C., Young, A.M., Friedl, M., Braswell, B.H., Milliman, T., O’Keefe, J., Richardson, A.D. (2012). Digital repeat photography for phenological research in forest ecosystems. *Agric. Forest Meteorol.*, 152, 159–177.
- Tomaszewska, T., Rutkowski, Z. (1999). Fenologiczne pory roku i ich zmienność w wieloletniu 1951–1990. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Yu, Z., Cao, Z., Wu, X., Bai, X., Qin, Y., Zhuo, W., Xiao, Y., Zhang, X., Xue, H. (2013). Automatic image-based detection technology for two critical growth stages of maize: Emergence and three-leaf stage. *Agric. Forest Meteorol.*, 174–175, 65–84.
- Zhao, J., Zhang, Y., Tan, Z., Song, Q., Liang, N., Yu, L., Zhao, J. (2012). Using digital cameras for comparative phenological monitoring in an evergreen broad-leaved forest and a seasonal rain forest. *Ecol. Informatics*, 10, 65–72.

PHENOLOGICAL PHASES IN 2014 IN TRZEBAW NEAR POZNAŃ IN COMPARISON WITH EARLIER FITOPHENOLOGICAL OBSERVATIONS AT THE CENTRAL WIELKOPOLSKA AREA

Abstract. The year 2014 brought a series of heat records in many countries in Europe. Higher than average mean temperature during summer season was observed also in Poland. The article presents the analysis of phenological phases observed in 2014 of chosen wild-plants in comparison with the same phases observed in earlier periods. Authors compared the results of fitophenological observations from the automatic station located in Trzebaw near Poznań with the observations which were conducted in the central Wielkopolska by the Institute of Meteorology and Water Management – National Research Institute in years 1946–1960 and 2007–2012. For the analysis 4 phenophases of 3 wild plants and BBCH main phases of winter triticale were chosen. In 2014, in 90% of analyzed cases, beginning of the wild plants phenophases was noticed earlier than in years 1946–1960, in 78% – earlier than in years 2007–2012 and phenophases of triticale appeared from several- to more than 20 days earlier than in years 1982–1996.

Key words: phenophase, automated phenological observations, phenology, wild plants, winter triticale

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 17.06.2016

Do cytowań – For citation: Mager, P., Kępińska-Kasprzak, M. (2016). Pojawy fenologiczne w 2014 roku w Trzebawiu koło Poznania na tle wcześniejszych obserwacji fitofenologicznych na obszarze środkowej wielkopolski. *Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 15(2), 93–103