

MODYFIKACJE METODY WYKREŚLANIA DIAGRAMÓW FENOLOGICZNYCH DRZEW ROSNĄCYCH W WARUNKACH MIEJSKICH W OPARCIU O OBSERWACJE *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. NA TERENIE POZNANIA*

Modification of phenological diagrams plotting of trees growing under urban conditions based on observation of *Aesculus hippocastanum* L. in the area of Poznań

Szymon ŁUKASIEWICZ

Ogród Botaniczny Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, ul. Dąbrowskiego 165, 60-594 Poznań

WSTĘP

Głównymi zadaniami działalności naukowej Ogrodów Botanicznych są m. in. rytmika rozwojowa roślin, botaniczna aklimatyzacja i introdukcja roślin a także ochrona środowiska w aglomeracjach miejsko-przemysłowych (Łukasiewicz, 1980). Metodą służącą do ww. badań jest cykl obserwacji fenologicznych roślin prowadzonych w okresach wieloletnich. Graficznym obrazem ogółu analizowanych czynności życiowych roślin są wykresy na podstawie obserwacji fenologicznych spektra / diagramy fenologiczne. Sporządzone diagramy, dzięki swemu syntetycznemu charakterowi, stanowią kompleksowy obraz zarówno stanu rozwoju roślin jak i ich kondycji – zarówno drzew jak i krzewów. Poglądowo jest to wygodny i przejrzysty sposób prezentacji wyników. Sporządzane dotychczas wykresy dobrze sprawdzają się w warunkach zbliżonych do naturalnych. Jednakże, w miarę nasilania się antropopresji, niektóre stadia rozwoju roślin ulegają zakłóceniom. W obrazie spektrum przejawia się to wzajemnym nakładaniem się kolejnych faz tak, iż wykreszone diagramy stają się nieczytelne. Było to przyczyną modyfikacji metody ich wykreślenia.

METODY PRACY

W 1984 roku została opublikowana ujednolicona metoda badań fenologicznych – ryc. 1 (Łukasiewicz 1984). Rozwój roślin podzielono tu na rozwój wegetatywny i generatywny,

które są reprezentowane łącznie przez 8 faz rozwojowych. W ramach rozwoju wegetatywnego wyróżnia się fazy: listnienia, jesienno przebarwienia liści oraz zamierania i opadania liści. W obrębie rozwoju generatywnego wyróżniono fazy: pąków kwiatowych, kwitnienia, owoców niedojrzałych, owoców dojrzałych oraz rozsiewania nasion. Wymienione etapy cyklu życiowego, w postaci graficznej, powstają przez zaznaczenie na osi czasu poszczególnych momentów rozwoju roślin, wyszczególnionych w dalszej części, w „objaśnieniach symboli”. Tak skonstruowany sposób przedstawienia zjawisk życiowych, obejmuje swą długością cały okres wegetacji roślin. Stadia rozwojowe są przedstawione w postaci trapezów lub trójkątów wykonanych na podkładzie kratki 1 mm. Wysokość tak przedstawionych faz rozwojowych, osobno generatywnych i wegetatywnych wynosi 10 mm. Jako długość trwania każdego miesiąca przyjęto 30 mm (1 mm na 1 dzień).

Od 1994 roku prowadzone były w oparciu o ww. metodykę obserwacje fenologiczne rozwoju *Aesculus hippocastanum* L. obejmujące 21 stanowisk na terenie aglomeracji Poznania. Rozwój obserwowanych osobników pozostaje wysoce zróżnicowany, a w wielu przypadkach głęboko zmieniony w stosunku do odniesienia. Przyczyną tego są daleko idące zmiany warunków życiowych, głównie deformacje i przekształcenia pokrywy glebowej wokół drzew. Uniemożliwiło to wykreślenie diagramów w ich

* Praca została wykonana w ramach grantu nr 6 PO4G 059 16 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

dotychczasowej formie, bez dokonania modyfikacji.

MODYFIKACJE

Rozwój vegetatywny. Na stanowiskach ekstremalnie niekorzystnych dla rozwoju roślin pojawiające się nekrozy blaszek liściowych (postępujących od brzegów ku środkowi liścia) rozpoczęło się już od ok. 20 maja (Ryc. 2). Wykreślanie w takiej sytuacji fazy jesiennego przebarwienia liści jest niemożliwe. Jesiennemu przebarwieniu ulegają jedynie (nie objęte nekrozami): ogonek i główne nerwy blaszek liściowych (Fot. 1). W takim przypadku trapez fazy zamierania i opadania liści, powstał przez połączenie początku wystąpienia nekroz (p) z datą końca tego procesu (k), oraz punktami 7 i 8 wg spektrum wzorcowego. Za początek wystąpienia nekroz przyjęto 10% ogółu liści korony objętych w różnym stopniu tym procesem, a data końca procesu oznacza ponad 90% liści objętych nekrozami w różnym stopniu. Na stanowiskach takich faza rozwoju generatywnego często nie występuje. U przedstawionego osobnika (Fot. 1) powyższe zachowanie tj. kwitnienie oraz jego brak, przejawia się naprzemiennie w kolejnych latach.

Na stanowiskach pośrednich, o rozwoju roślin zbliżonym do odniesienia (lecz z wyraźnie zaznaczonymi nekrozami – porażeniu uległo do 50% ogółu blaszek liściowych), przebarwienie dotyczy jedynie części aparatu asymilacyjnego (Ryc. 3). Stąd też, aby uwydatnić różnice między stanowiskami (ekstremalnymi i pośrednimi), konieczne było przedstawienie jednoczesnego trwania dwóch faz rozwojowych. Aby uniknąć w takiej sytuacji nakładania na siebie faz, na odcinku oznaczającym opadanie liści (7–8) zaznaczano punkt 5 (koniec przebarwienia liści). Po połączeniu go z punktem oznaczającym początki nekroz (p) otrzymano powierzchnię oznaczającą występowanie fazy zamierania i opadania liści. Następnie zaznaczano zgodnie z datami występowania początek i pełnię przebarwienia (punkty 3 i 4) na przypadających im odcinkach tak, aby otrzymać wielobok/ trapez tego stadium rozwoju. Otrzymano w ten sposób powierzchnię fazy jesiennego przebarwienia liści, która istnieje jednocześnie z procesem

zamierania blaszek liściowych. Wysokość zaznaczonej fazy odpowiada w przybliżeniu procentowemu udziałowi tak przebarwiających jak i zamierających liści. Wykreślone w ten sposób wieloboki pozwalają na przedstawienie długości trwania kolejnych faz oraz ich wzajemne usytuowanie. W takim przypadku zamiast następujących kolejno po sobie fazach nastąpiło trwanie równoległe kilku faz z przewagą fazy zamierania (zakłócenie ich przebiegu i zmiana wzajemnych proporcji).

Długość fazy listnienia: W ostatnich latach, w wyniku anomalii termicznych (np. w styczniu temperatura w dzień, w cieniu wynosiła nawet do 17°C), obserwowano przedwczesne rozpoczęcie vegetacji wielu drzew i krzewów. Objawiało się to rozchylaniem łusek pąków liściowych i wydłużaniem wierzchołków pędów już w lutym. Tego typu zachowanie roślin było reakcją na nietypowe warunki pogodowe. W następnych tygodniach (w lutym – marcu), dalszy rozwój vegetatywny osobników został wstrzymany. Przyczyną tego były ujemne temperatury, które osiągały wartość nawet do ok. –10°C. W tej sytuacji pełny rozwój vegetatywny rozpoczynający się z chwilą wykształcenia pierwszych blaszek liściowych, następował dopiero po nastaniu sprzyjających warunków atmosferycznych, zwykle w początkach kwietnia. Dotychczas początek otwierania się pąków liściowych odczytywany był jako rozpoczęcie okresu fazy listnienia. Jednakże obecnie, nie ma on takiego jak dotychczas związku z faktycznym rozpoczęciem tej fazy. Proces ten jest reakcją roślin na wahania pogodowe w okresie zimy. Przedwczesne pęknięcie pąków ma natomiast istotny wpływ na odczytywaną długość trwania fazy listnienia. W niektórych latach bowiem okres ten (widoczny na diagramie pomiędzy punktami 1 i 2) może dochodzić nawet do ok. 60 dni. Przy średnim czasie trwania tej fazy rzędu 180 dni wielkość ta może w istotny sposób zaburzać rzeczywistą długość ulistnienia roślin. Z tego też względu, mając na uwadze pogłębiające się zmiany klimatyczne, można zaproponować odczytywanie długości fazy listnienia od punktu 2-go oznaczającego początek rozchylania blaszek liściowych do punktu 4-



Fot. 1. Liście porażone przez nekrozy obejmujące nawet do 90% blaszki liściowej. Stanowisko przy ul. Głogowskiej, lipiec 1999. (Foto T. Kubala)

Fig. 1. The leaves affected by necroses covering even up to 90% of leaf blade. The stand at Głogowska street, July 1999. (Photo T. Kubala)

go oznaczającego pełnię (tj. 50%) przebarwionych liści. Tym samym zostanie wykluczony przypadek zaliczenia do omawianej fazy miesięcy zimowych, w rzeczywistości okresu bezlistnego.

Rozwój generatywny. Wykreślanie diagramu wg wzoru z 1984 roku okazało się trudne do przeprowadzenia ze względu na wzajemne nakładanie się faz dojrzewania i rozsiewania nasion. Z tego też powodu, zdecydowano się nie umieszczać pkt 17 (pełnia dojrzewania nasion) na wykresie. Zamiast niego umieszczono na górnej krawędzi pkt 18 oznaczający koniec dojrzewania nasion (ryc. 3). Uzyskano w ten sposób łagodne przechodzenie fazy owoców niedojrzałych w fazę owoców dojrzałych. Ponadto, w warunkach miejskich zdarza się, iż pełnia wysypywania nasion występuje przed datą końca dojrzewania. Aby uniknąć niejasności powstałych przez wzajemne nakładania się pól (faz), pomijano pkt 20 (pełnia wysypywania nasion). Wykreślano w takich przypadkach trójkąt 16-18-19, oznaczający fazę owoców dojrzałych oraz 19-18-21 oznaczający fazę rozsiewania nasion (Ryc. 4). Tak wykreślony diagram pozwala na czytelne przedstawienie omawianych zjawisk. Przedstawione okresy trwania poszczególnych faz są zgodne z rzeczywistym rozwojem roślin. Pominięcie dwóch dat (punkty

17 i 20) podyktowane było większą czytelnością przedstawianego diagramu.

W celu określenia ilości zawiązanych owoców zastosowano pięciostopniową skalę od A do E. Oceny dokonywano po zrzućeniu przez osobniki kasztanowca nadmiaru zawiązanych owoców, w sierpniu. Podane procentowe wartości określone są osobno dla każdego roku. Symbole te oznaczają:

A – owoców brak lub owoce pojedyncze, (do 10 owoców)

B – liczba owoców: do 25% w stos. do odniesienia

C – liczba owoców: 25–50% w stos. do odniesienia

D – liczba owoców: 50–75% w stos. do odniesienia

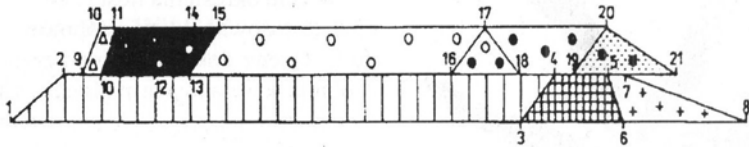
E – liczba owoców: 75–100% w stos. do odniesienia



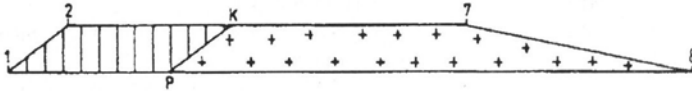
Fot. 2. Owocowanie osobnika stanowiącego odniesienie. Ogród Botaniczny UAM w Poznaniu, lipiec 1999. (Foto T. Kubala)

Fig. 2. Fructification of an individual being a reference. Botanical Garden of Adam Mickiewicz University in Poznań, July 1999. (Photo T. Kubala)

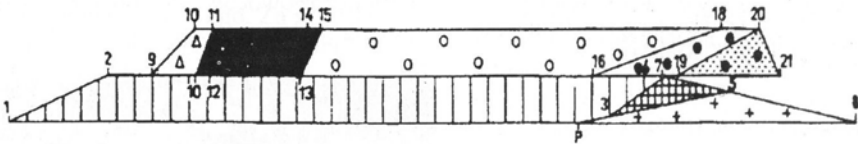
I III IV V VI VII VIII IX X XI



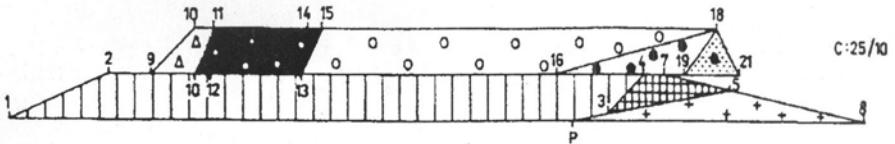
Ryc. 1. Wzorcowe spektrum fenologiczne (Łukasiewicz A. 1984)
Org. No. 1. Standard phenological spectrum



Ryc. 2. Spektrum fenologiczne osobnika rosnącego w warunkach skrajnie niekorzystnych dla rozwoju roślin
Org. No. 2. Spectrum of an individual growing under extremely unfavourable conditions for plant development



Ryc. 3. Spektrum fenologiczne z jednoczesnym występowaniem faz przebarwiania i zamierania liści
Org. No. 3. Phenological spectrum showing simultaneous occurrence of phases of discoloration and decay of leaves



Ryc. 4. Spektrum fenologiczne o uproszczonej grafice rozwoju generatywnego
Org. No. 4. Phenological spectrum of simplified graphics of generative development

OBJAŚNIENIA SYMBOLI GRAFICZNYCH:
LEGEND OF GRAPHIC SYMBOLS:

	FAZA LISTNIENIA PHASE OF GREEN LEAVES		FAZA KWITNIENIA PHASE OF BLOSSOMING
	FAZA JESIENNEGO PRZEBARWIANIA LIŚCI PHASE OF AUTUMN DISCOLORATION OF LEAVES		FAZA OWOCÓW NIEDOJRZAŁYCH PHASE OF UNRIPE FRUITS
	FAZA ZAMIERANIA I OPADANIA LIŚCI PHASE OF DECAY AND FALLING OF LEAVES		FAZA OWOCÓW DOJRZAŁYCH PHASE OF RIPE FRUITS
	FAZA PĄKÓW KWIATOWYCH PHASE OF BLOSSOM BUDS		FAZA ROZSIEWANIA NASION PHASE OF SEED SOWING

Dodatkową pomocą w charakterystyce natężenia owocowania może być podanie liczby związanych owoców na losowo wybranych 10 owocostanach. Z omawianych, sześciolletnich obserwacji wynika, iż różnice mogą tu wahać się w przedziale od 10 owoców na stanowiskach poddanych silnej antropopresji do 63 owoców na 10 owocostanach na osobnikach stanowiących odniesienie. Można to zobrazować podając wartość bezwzględą np. 25, bądź w formie ułamka 25/10. Tak określona charakterystyka umieszczona z prawej strony spektrum może przybrać postać: C: 25/10 (Ryc. 4).

DYSKUSJA

Opublikowane w 1984 roku przykładowe spektrum fenologiczne z powodu technicznego błędu podczas drukowania, przyjmuje za początek graficznie wykreślonej fazy owoców niedojrzałych pkt 13 oznaczający koniec pełni kwitnienia. Jednakże, pierwsze owoce pojawiają się po przekwitnięciu pierwszych kwiatów (p. 12). W przypadku kasztanowców ma to

miejsce trzy do czterech tygodni wcześniej od końca pełni kwitnienia. Jest to szczególnie istotne podczas odczytywania danych do obliczeń statystycznych. Różnice długości trwania tej fazy między dwoma tak wykreślonymi diagramami mogą dochodzić nawet do ok. jednego miesiąca.

WNIOSKI

Wydaje się, iż zaproponowane modyfikacje spektrum mogą być zastosowane bez negocjowania jego zasadniczej formy. Umożliwiają one bowiem graficzne przedstawianie rozwoju roślin (drzew i krzewów) w środowisku zaburzonym. Służą one większej czytelności diagramów rozwojowych roślin terenów zurbanizowanych a także łatwiejszemu odczytywaniu długości trwania poszczególnych faz w środowisku przekształconym. Sugestie te mogą być wykorzystane przez osoby zajmujące się tymi zagadnieniami na obszarach aglomeracji miejskich.

Objaśnienia symboli (Łukasiewicz 1984, zmienione):

Początek otwierania się pąków liściowych. 2. Początek rozchylania się blaszek liściowych. 3. Początek jesiennego przebarwiania liści – wyraźna zmiana u ok. 10% liści. 4. Początek pełni jesiennego przebarwiania – ok. 50% liści przebarwionych. 5. Koniec pełni jesiennego przebarwiania – przebarwionych ok. 90% liści. 6. Utrata dekoracyjnego zabarwienia. 7. Początek opadania liści w okresie jesieni (5% liści opadło). 8. Koniec opadania liści (w warunkach miejskich – ponad 90% liści opadło). 9. Pojawienie się pierwszych pąków kwiatowych lub kwiatostanowych. 10. Pojawienie się/rozkwitnięcie pierwszych kwiatów. 11. Początek pełni kwitnienia – ok. 25% kwiatów kwitnących. 12. Pierwsze kwiaty przekwitłe – początek pierwszych niedojrzałych owoców. 13. Koniec pełni kwitnienia – ok. 75% kwiatów przekwitłych. 14. Ostatnie pąki kwiatowe. 15. Koniec kwitnienia – 100% kwiatów przekwitłych. 16. Początek dojrzewania owoców (nasion) – zmiana barwy lub konsystencji u ok. 5% owoców. 17. Pełnia dojrzewania nasion – ok. 50% owoców posiada właściwe dla tej fazy zabarwienie lub konsystencję. 18. Koniec dojrzewania owoców – ok. 100% owoców lub nasion dojrziałych. 19. Początek rozsiewania się owoców lub nasion. 20. Początek pełni rozsiewania – ok. połowa owoców lub nasion została rozsiana. 21. Koniec rozsiewania – opadnięcie wszystkich owoców, *p* – początek nekroz (10% liści objętych nekrozami w różnym stopniu), *k* – koniec nekroz (ponad 90% liści korony objętych nekrozami).

Explanation of symbols (Łukasiewicz 1984, changed):

1. Beginning of bud opening. 2. Beginning of parting leaf blades. 3. Beginning of autumn leaf discoloration – distinct change in about 10% of leaves. 4. Beginning of fully discoloration – about 50% of discoloured leaves. 5. End of full autumn discoloration – about 90% discoloured leaves. 6. Loss of decorative colouring. 7. Beginning of leaf shed in autumn season (5% deciduous leaves). 8. End of leaf shed (under urban conditions – abt. 90% of leaves fell). 9. Appearance of first flower of flower or inflorescence buds. 10. Appearance / bloom of first flowers. 11. Beginning of full bloom – abt. 25% of blooming flowers. 12. First shed blossoms – beginning of first unripe fruits. 13. End of full blossoming – abt. 75% shed flowers. 14. Last flower buds. 15. End of blooming – 100% of shed flowers. 16. Beginning of (fruit) seed ripening – change of colour or consistence in about 5% of fruits. 17. Full seed ripening abt. 50% of fruits have proper for this phase colour or consistence. 18. End of fruit ripening – abt. 100% of fruits or ripe seeds. 19. Beginning of sowing fruits or seeds. 20. Beginning of full sowing – abt. Half the amount of fruits or seeds has been sown. 21. End of sowing – shed of all fruits, *p* – beginning of necrosis (10% of leaves necrotic to a different degree), *k* – end of decay (more than 90% of necrotic crown leaves).

SUMMARY

Plotting phenological diagrams under changed conditions for plants requires their modifications. This often results from extremely unfavourable conditions for development of plants which cause occurrence of necroses of leaf blades already at the end of May. Under such circumstances the autumn discoloration of leaves appeared to a specific percent of assimilation apparatus only.

Also in the generative phase the accelerated dropping of fruit before their ripening makes the diagrams less legible. Therefore small modifications have been proposed to make the graphic presentation of phenological phenomena more legible.

Achieved modifications make possible presentation of disturbed plant development in transformed environment. Instead of phases following one after another occurred simultaneous duration of several phases with the predominance of the stage of dying.

LITERATURA

- Łukasiewicz A., 1980. Przewodnik po Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu. Wyd. Nauk. UAM. Poznań. s. 152.
- Łukasiewicz A., 1984. Potrzeba ujednolicenia metodyki fenologicznej w polskich ogrodach botanicznych. Biul. Ogr. Bot., Muzeów i Zb. Wiad. Bot. 28. 2: 153-158.