Próba zastosowania metody dendrytowej w systematyce gatunków rodzaju *Oenothera* L.

*The example of the application of the dendrite method to the classification
of some Oenothera-species*

K. ROSTAŃSKI

Systematyka przyrodnicza jest grupowaniem organizmów na podstawie ich cech.

Cechy, dzięki którym wyróżnia się określone taksony, sprowadzić można do następujących kategorii:

I. Cechy jakościowe:

1. dotyczące porządku — a) rozwoju (określone następstwo faz rozwojowych, bądź procesów fizjologicznych, ze zdolnością wytwarzania określonych ciał chemicznych włącznie), b) struktury (określone sąsiedztwo narządów i ich części składowych),

2. kształt

3. barwa

II. Cechy ilościowe (liczbowe):

1. ilościowe właściwe (liczebnościowe),

2. wielkościowe (np. długość, szerokość, gęstość itp.).

Stopień tożsamości cech, czyli inaczej udział cech wspólnych organizmom należącym do określonego taksonu, jest odwrotnie proporcjonalny do jego rangi systematycznej. Stanowi on podstawę hierarchii jednostek systematycznych — taksonów: typów, gromad, klas, rzędów, rodzajów, sekcji, gatunków, odmian i form oraz jednostek pośrednich między wymienionymi taksonami.

Wyróżniania jednostek wyższych od gatunku — w obrębie tzw. roślin wyższych (*Cormophyta*) — dokonuje się wyłącznie w oparciu o cechy jakościowe i ilościowe właściwe, te ostatnie pozostające w ścisłym związku z cechami jakościowymi dotyczącymi struktury (np. kwiaty n-krotne, zalążnia n-komorowa itp.). Wyróżniania gatunków w obrębie rodzajów dokonuje się w oparciu o obie kategorie cech, wyróżniania jednostek niższych od gatunku, natomiast — głównie w oparciu o cechy ilościowe wielkościowe; badania zmienności osobników w obrębie ras, czy odmian rolniczych opierają się prawie wyłącznie na cechach wielkościowych, najbardziej zmiennych i podległych wpływom wewnętrznym i zewnętrznym.

Metoda dendrytowa zwana taksonomią wrocławską (Florek et al. 1951) jest sposobem porządkowania przedmiotów, z których każdy może być scharakteryzowany wieloma cechami, może zatem z powodzeniem znaleźć zastosowanie w systematyce przyrodniczej. W przypadku jednak analizy gatunków w obrębie rodzaju, czy też jednostek wyższych, dominującą rolę pełnią cechy jakościowe, niewyraźalne liczbowo. By móc zastosować tę metodę do klasyfikacji gatunków, można na drodze odpowiedniej umowy przypisać cechom jakościowym określone wartości liczbowe. Tak właśnie postąpili autorzy, którzy pierwsi wprowadzili metodę dendrytową do systematyki roślin: Kuźniewski E. (1956), Kowal T. i Kuźniewski E. (1959), Kowal T. (1965). Cechom jakościowym, wyłączającym się wzajemnie, przypisywali wartości: 1 — obecność cechy, 0 — jej zaprzeczenie, dla cech wielkościowych natomiast wprowadzili wartości ułamkowe, na podstawie różnej częstości występowania danej cechy w przyjętych przedziałach wielkości.

Ponieważ jednak przypisywanie jednym cechom wartości ułamkowych, innym natomiast wartości liczb całkowitych, wprowadza niejednokowny miernik do różnych cech, wydaje się bardziej celowe bądź zastąpienie dowolnego podziału na części zakresu cechy wielkościowej — wartością modalną, charakterystyczną dla każdego gatunku i dającą się zastąpić pojęciem ogólnym o charakterze jakościowym (np. gruby, bardzo gęsty, itp.), bądź wprowadzenie umownych symboli o wartości tej samej, co w przypadku cech jakościowych.

Przy zastosowaniu metody dendrytowej do systematyki badanych gatunków *Oenothera* L. użyłem jednolitego sposobu wartościowania wszystkich badanych cech, bez względu na ich kategorię, przypisując określonym cechom wartości wyrażone symbolami literowymi, zakładając, iż różnica dwu różnych symboli równa jest 1 (gatunki różnią się tą cechą), zaś różnica tych samych symboli równa jest 0 (brak różnic w cesze u porównywanych gatunków).

Tabele cech ułożyłem według następującego, ogólnego wzoru:

Gatunki: Species	A	B		K
Wartości cech: (Values of characters)	$x_{1,A}$	$x_{1,B}$		$x_{1,K}$
	$x_{2,A}$	$x_{2,B}$		$x_{2,K}$
	.	.		.
	.	.		.
	$x_{n,A}$	$x_{n,B}$		$x_{n,K}$

$x_{1,A}$ = cecha pierwsza gatunku A

$x_{n,K}$ = cecha n gatunku K

(Patrz tabela 1)

Odległość systematyczną D między dowolną parą gatunków definiuje jako sumę bezwzględnych wartości różnic odpowiadających sobie cech tych gatunków:

Tabela 1
Gatunki Species

Cechy roślin i ich wartości (symbole literowe) Characters of plants and their values (expressed by letter-symbols)	Oenothera biennis L.	Oenothera suaveolens Desf.	Oenothera ochikersi Kappus	Oenothera erythrosepala Borb.	Oenothera fallax Renner em. Rostański	Oenothera rubricaulis Kleb.	Oenothera acutifolia Rostański	Oenothera chicaginensis De Vries ex Renner	Oenothera wratislaviensis Rostański	Oenothera depressa Greene	Oenothera renneri H. Scholz	Oenothera ammophila Focke	Oenothera silesiaca Renner	Oenothera parviflora L.	Oenothera issleri Renner ex Rostański	Oenothera venosa Shull. et Bartl.	Oenothera (Raimannia) stricta Ledeb.	Oenothera (Megapterium) missouriensis Sims.
Cechy jakościowe — Qualitative characters	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Rośliny dwuletnie = a, dwuletnie, czasem jednoroczne = b, trwale = c, d Biennials = a, biennials, happens to be annuals = b, perennials = c, d	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a	a	b	c
2. Rośliny zakwitające wcześniej (czerwiec) = a, późno (lipiec) = b, pośrednio = c, d Plants bursting into flower: early (June) = a, late (July) = b, intermediate = c, d	a	b	c	c	a	a	c	b	c	c	b	b	c	c	a	c	c	d
3. Pęd główny prosto wzniesiony = a, ukośnie rosnący = b, podnoszący się = c Main stem: erect = a, oblique growing = b, rising upward = c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	c
4. Rosnący wierzchołek pędu przynajmniej przed zakwitaniem zagięty = a, prosty = b Growing stem tip bent at least just before bursting into flower = a, erect = b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b	b
5. Włoski na powierzchni łodygi wyraźnie jakościowo zróżnicowane = a, nie zróżnicowane = b, inaczej zróżnicowane = c Hairs on the stem of various types = a, uniform = b, otherwise differentiated = c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	b
6. U nasad włosków spiczastych wyraźne papille = a, niewyraźne = b, cechy inne = c, d Papillae at the bases of sharp-hairs distinctly thickened = a, indistinctly = b, another characters = c, d	a	b	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a	c	d
7. Strefa kwiatostanu wyraźnie ugruczołona = a, słabo ugruczołona = b, owłosienie inne = c, d, prawie bez gruczołów = e Within the compass of the inflorescence: glandular hairs numerous = a, scare = b, hairs of another types = c, d, glandular hairs almost lacking = e	a	b	a	a	a	a	b	b	b	e	b	a	a	a	a	a	c	d
8. Kwiaty ukośnie w bok odstające = a, ku górze skierowane = b, inaczej wyrastające = c Flowers spreading: sideways = a, upwards = b, otherwise = c	b	b	b	a	a	b	b	b	a	b	b	a	a	a	a	a	b	c
9. Kwiaty otwierające się = a, kleistogamiczne = b Flowers opening = a, cleistogamous = b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a
10. Koniuszki działek na pęczkach kwiatowych do siebie przylegające = a, oddzielające się = b, wyraźnie oddzielone = c Sepal tips in the buds appressed to one another = a, somewhat separated = b, distinctly separated = c	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	c	c	c	c	c	c	a
11. Płatki odwrotnie sercowate = a, równowąskie = b Petals obcordate = a, linear = b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a
12. Ząbki kłap owocu u szczytu wgłębione = a, b, ucięte = c, innego kształtu = d Fruit-valve margins on the tip: concave = a, b, succise = c, another shaped = d	c	c	c	b	c	c	c	c	b	a	a	c	c	b	c	b	b	d
13. Owoce oskrzydłone = a, nieoskrzydłone = b, Fruits winged = a, unwinged = b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a
14. Liście płaskie = a, przynajmniej niektóre wyraźnie pomarszczone = b, brzegiem fałliste = c Leaves flat = a, at least some leaves crinkled = b, leaves margins undulate = c	a	a	b	b	b	a	a	a	a	c	a	a	a	a	a	a	a	a
15. Liście łodygowe lancetowate = a, jajowato lancetowate = b, eliptyczne = c, równowąskie = d, eliptyczno lancetowate = e Cauline leaves lanceolate = a, obovate-lanceolate = b, elliptic = c, oblong = d, elliptic-lanceolate = e	c	b	b	c	c	c	e	a	c	a	a	a	a	a	a	a	d	a
16. Nasiona kanciaste = a, guzkowane = b, gładkie = c Seeds: angular = a, tuberculated = b, smooth = c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c	b
17. Młoda oś kwiatostanu zielona = a, czerwona = b, czerwieniejąca = c, zabarwienie zmienne = d Young axis of the inflorescence: green = a, red = b, reddened = c, of variable coloration = d	a	a	a	b	b	b	b	c	a	b	d	c	a	a	a	a	b	a
18. Łodyga dołem silnie ciemnoczerwono nabiegła = a, zielona lub z czerwonymi plamami = c Stem dark red below = a, green or with red splotches = c	c	c	c	c	c	c	c	c	a	c	c	c	a	a	c	a	c	a
19. Papille (na łodydze, osi kwiatostanu i zalążniach) wyraźnie czerwono zabarwione = a, słabo zabarwione = b, niezabarwione = c, inne cechy = d, e Papillae (on the stem, on axis of the inflorescence and on ovaries) distinctly red coloured = a, weakly coloured = b, colourless = c, anothers = d, e	c	c	c	a	a	a	a	a	c	a	b	a	b	b	c	b	d	e
20. Nerwy główne środkowych liści łodygowych czerwone = a, różowe = b, białe = c, zabarwienie zmienne = d Midribs of the middle-stem-leaves red = a, pink = b, white = c, of variable coloration = d	a	c	c	d	d	a	a	a	a	a	c	d	a	a	b	a	c	c
21. Działki zielone = a, czerwono prążkowane = b, czerwono plamiste = c, czerwieniejące = d Sepals: green = a, red striped = b, red spotted = c, congested with red = d	a	a	a	b	b	a	a	a	b	d	d	d	a	d	a	a	d	c
22. Pęczki kwiatowe zielone = a, czerwieniejące dołem lub pośrodku = b, czerwieniejące górą = c Buds: green = a, reddened below or in the middle = b, reddened in upper part = c	a	a	a	b	b	a	a	a	c	b	b	b	a	b	a	a	b	b
Cechy ilościowe — Quantitative characters																		
23. Maksymalna wysokość rośliny powyżej 100 cm = a, 50—100 cm = b, poniżej 50 cm = c Maximum plant height over 100 cm = a, 50—100 cm = b, below 50 cm = c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	c
24. Maksymalna długość hypancjum powyżej 45 mm = a, 35—40 mm = b, 25—35 = c, poniżej 25 mm = d Maximum hypanthium length: over 45 mm = a, 35—40 mm = b, 25—35 mm = c, below 25 mm = d	c	c	b	b	b	d	c	c	c	c	c	b	b	b	b	c	c	a
25. Maksymalna długość koniuszków działek ponad 5 mm = a, 3—4 mm = b, poniżej 3 mm = c Maximum length of sepal tips: over 5 mm = a, 3—4 mm = b, below 3 mm = c	c	a	a	a	c	c	c	c	c	c	c	c	b	c	c	c	c	a
26. Płatki zwykle szersze niż długie = a, równe długie jak szerokie = b, węższe niż długie = c, równowąskie = d Petals commonly broader than long = a, as long as broad = b, narrower than long = c, linear = d	a	b	a	a	a	c	b	c	b	b	b	b	b	b	b	d	a	a
27. Długość płatków ponad 40 mm = a, 30—40 mm = b, 25—30 mm = c, 15—25 mm = d, 10—15 mm = e, poniżej 10 mm = f Petals length: over 40 mm = a, 30—40 mm = b, 25—30 mm = c, 15—25 mm = d, 10—15 mm = e, below 10 mm = f	c	b	a	a	c	d	d	d	d	d	d	e	d	f	e	e	b	a
28. Szyjka słupka długa (znamiona powyżej pylników) = a, pośredniej długości (znamiona między pylnikami) = b, krótka (znamiona poniżej pylników) = c Style: long (stigma above the anthers) = a, of intermediate length (stigma between the anthers) = b, short (stigma below the anthers) = c	b	b	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	a	a
29. Owocostan gęsty = a, normalny = b, luźny = c, inny = d Fruiting spike: dense = a, normal = b, loose = c, another = d	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	a	b	a	a	a	c	d
30. Owoce krótkie (poniżej 25 mm długości) = a, średnio długie (25—30 mm) = b, długie (30—40 mm) = c, ponad 40 mm długości = d Fruits length: below 25 mm = a, 25—30 mm = b, 30—40 mm = c, over 40 mm = d	b	c	b	b	b	b	b	c	b	c	c	c	b	b	a	a	c	d

$$(1) \quad D_{A,B} = \sum_{i=1}^n |x_{i,A} - x_{i,B}|$$

W przedstawionym wyżej ujęciu odległość systematyczna to po prostu liczba, wyrażająca ilość cech różniących dowolną parę gatunków.

Obliczone według powyższego wzoru (1) wartości odległości systematycznej (D) między wszystkimi badanymi gatunkami zestawilem w tablicy Czekanowskiego (tabela nr 2, część górna). Najkrótsze odległości między parami gatunków posłużyły do konstrukcji dendrytu, którego podział poprowadzony przez najdłuższe z tych odległości, pozwolił na wyróżnienie pokrewnych grup gatunków (ryc. 1).

Jednolite wartościowanie cech pozwala na zamianę wartości odległości systematycznej na wartość procentu cech różnych V , co z kolei pozwala na proste obliczenie procentu cech wspólnych C dowolnej parze gatunków (np. A i B). Procent cech różnych u dowolnej pary gatunków

Ryc. 1. Dendryt odległości systematycznej gatunków rodzaju *Oenothera*. Liczby w kółkach oznaczają kolejne numery gatunków wymienionych w tabelach 1 i 2, pozostałe liczby — odległość systematyczną

Fig. 1. The dendrite of the systematic distance of *Oenothera*-species. The numbers in the circles represent the consecutive numbers of the species mentioned in the tables 1 and 2, the other ones — the systematic distance between these species

równa się ilorazowi ich odległości systematycznej przez odległość maksymalną:

$$(2) \quad V_{A,B} = \frac{D_{A,B}}{D_{\max.}} \cdot 100$$

a ponieważ odległość maksymalna równa jest ilości cech n (2 gatunki różnią się każdą z cech), zatem:

$$(3) \quad V_{A,B} = \frac{D_{A,B}}{n} \cdot 100$$

Procent cech wspólnych gatunkom A i B wyraża się wzorem:

$$(4) \quad C_{A,B} = 100 - V_{A,B}$$

(Patrz tabela 2, część dolna)

Tym sposobem ogólnikowe określenie „bliskości” lub „odległości” gatunków, czy innych taksonów, nabiera cech ścisłości i może być mierzone albo miarą odległości systematycznej, albo też procentem cech wspólnych.

Badaniu poddałem 18 gatunków *Oenothera* L., których cykl rozwojowy prześledziłem w hodowli, uzyskując wzajemnie porównywalny zestaw cech; 16 z nich należało do podrodzaju *Oenothera*, 2 pozostałe natomiast reprezentowały 2 inne podrodzaje: *Raimannia* (Rose) Munz i *Megapterium* (Spach) Munz. Gatunki te porównywałem ze sobą pod względem 30 cech, z których 22 (73%) przypadało na cechy jakościowe (w tym 16 cech jakościowych dotyczących kształtu lub porządku i 6 cech dotyczących barwy) oraz 8 (27%) na cechy ilościowe wielkościowe. Pięć cech (1, 5, 13, 16, 23) stanowiło najmniejszą liczbę cech różniących 3 podrodzaje; zwiększenie liczby tego typu cech zwiększyłoby jedynie odległości podrodzajów, co nie wpłynęłoby jednak na wzajemne sąsiedztwo gatunków w dendrycie. Tu też znajduje swe uzasadnienie pozorny paradoks, że odległości między gatunkami w obrębie podrodzaju *Oenothera*, były niekiedy większe (*Oe. renneri* — *Oe. erythrosepala* = 18, lub *Oe. parviflora* — *Oe. suaveolens* = 19) niż między przedstawicielami różnych podrodzajów (*Oe. (Raimannia) stricta* — *Oe. renneri* = 15, *Oe. (Raimannia) stricta* — *Oe. depressa* = 16).

(Patrz tabela nr 2).

Odległość systematyczna między gatunkami wahała się w granicach od 5 do 26 (83% — 13% cech wspólnych), najkrótsze odległości natomiast nie przekraczały liczby 20 (34% cech wspólnych). Dendryt wykreślony w oparciu o te właśnie najkrótsze odległości, ilustruje najbliższe sąsiedztwo poszczególnych gatunków, w zasadzie odpowiadające zarówno ich morfologicznemu podobieństwu, jak i ich naturalnemu pokrewieństwu.

Pierwsze dwa podziały dendrytu oddzieliły przedstawicieli podrodzajów: *Megapterium* (w odległości = 20) i *Raimannia* (w odległości = 15)

od pozostałej grupy gatunków, należących do podrodzaju *Oenothera*. Ich powiązanie z gatunkami podrodzaju *Oenothera* (*Oe. stricta* z *Oe. renneri* oraz *Oe. missouriensis* z *Oe. oehlkersi*) ma charakter raczej przypadkowy; o naturalnym ich powiązaniu można by mówić dopiero wówczas, gdyby się porównało pełny komplet gatunków tych podrodzajów.

W obrębie podrodzaju *Oenothera* najkrótsze odległości między gatunkami wahały się w granicach od 5—10 (84% — 67% cech wspólnych). Podział w odległości = 10 odłączył z jednej strony zwartą sekcję *Parviflorae* (*Oe. issleri*, *ammophila*, *venosa*, *silesiaca*, *parviflora*), z drugiej — *Oe. wratislaviensis*. Ten ostatni gatunek zajął stanowisko odrębne, co świadczyłoby, że jego umieszczenie w sekcji *Strigosae* (Rostański 1965) miało charakter sztuczny. Natomiast powiązanie sekcji *Parviflorae* z *Oe. biennis* za pośrednictwem *Oe. Issleri* jest jak najbardziej naturalne. Sekcja *Strigosae* (*Oe. depressa* i *Oe. renneri*) nie wyodrębniła się zbyt wyraźnie, choć oba te gatunki znalazły się w bezpośrednim sąsiedztwie, gdyż związek *Oe. renneri* z *Oe. suaveolens* okazał się silniejszy. Wskazywałoby to albo na konieczność szukania innych cech, łączących lub oddzielających te 3 gatunki, albo też uwzględnienia innych reprezentantów sekcji *Strigosae* (np. *Oe. strigosa* (Rydb.) Mckie et Bush, czy *Oe. albinervis* Gates).

DYSKUSJA

1. Zagadnienie klasyfikacji cech taksonomicznych nie zostało dotąd przedstawione w sposób zadawalający. Zamieszczone w niektórych podręcznikach podziały cech nie są użyteczne w zwykłej, analitycznej pracy taksonoma. Pojęcie cechy ogranicza się zazwyczaj do kategorii najbardziej zmiennych cech ilościowych, przy przesunięciu na drugi plan cech jakościowych, znacznie istotniejszych w wyróżnianiu jednostek taksonomicznych i bardziej stałych od poprzednich. Przyjęta wyżej klasyfikacja cech ma za swą podstawę różnice w stopniu zmienności cech. I tak pierwsza grupa cech jakościowych dotyczących porządku (zwanych niekiedy cechami organizacyjnymi) jest praktycznie niezmienna. Jej wyróżnienie miało swe źródło w pracy Kulczyńskiego (1946), który pierwszy wskazał na topologiczne własności organizmów. Cecha kształtu może podlegać drobnym modyfikacjom, wywołanym przez czynniki wewnętrzne lub warunki zewnętrzne. Można ją niekiedy zastąpić przy użyciu wskaźników wielkościowych. Natężenie cechy barwnej może być uzależnione od fazy rozwojowej rośliny, a także od warunków świetlnych (np. barwa łodyg, liści, nerwów liściowych). Kategoria cech ilościowych (czyli liczbowych w znaczeniu używanym przez Perkala 1965) obejmuje grupę cech ilościowych właściwych (czyli liczebnościowych) na ogół mało zmiennych i wyrażalnych w liczbach naturalnych (n -krotność, n -dzielność) oraz grupę cech wielkościowych, wyrażalną

w liczbach rzeczywistych. Ta ostatnia grupa skupia cechy najbardziej zmienne i zależne od warunków zewnętrznych i czynników wewnętrznych, uwydatniając różnice między osobnikami — termin „cecha” jej właśnie bywa przypisywany przez biometrów. Zaproponowany podział cech wyraźnie rozgranicza obie ich kategorie, a przeprowadzona w oparciu o niego analiza taksonów (tabela cech i ich wartości) wykazuje w sposób jasny, która kategoria cech wpływa w sposób decydujący na różnice między taksonami. Rozróżnienie pojęcia cechy i jej wartości przyczynia się do uściślenia stosowanej terminologii.

2. Metoda dendrytowa spełnia ten postulat, o którego braku pisał Stebbins (1951): „Prawdziwy wykres układu zmienności w jakiejś grupie powinienby obejmować tyle wymiarów, ile różnic w cechach występuje w danej grupie. Wykresów w ośmiu, dziewięciu lub dziesięciu wymiarach nie można sobie wyobrazić, ani narysować” (wydanie polskie, 1958, str. 10), dendryt bowiem jest rzutem na płaszczyznę k punktów odpowiadających gatunkom charakteryzowanym ilością n cech leżących w przestrzeni n -wymiarowej.

Za radą prof. dr S. Kulczyńskiego metoda dendrytowa została wprowadzona do systematyki roślin po raz pierwszy przez Kuźniewskiego (1956), a następnie stosowana w pracach Kowala i Kuźniewskiego (1959), Kuźniewskiego i Orłowskiej (1961), Kukulczanki (1961, 1964), Kowala (1961, 1965).

O ile Kukulczanka (1961, 1964) przeprowadziła skrupulatną analizę biometryczną odmian hodowanych w obrębie gatunku *Callistephus chinensis* Nees w oparciu wyłącznie o cechy ilościowe, o tyle pozostali wymienieni autorzy dokonywali analizy gatunków w obrębie rodzajów (Kuźniewski/1956/ — rodzaj *Sagittaria*, Kuźniewski i Orłowska/1961/ — rodzaj *Crocus*) lub rodzajów w obrębie rodziny (Kowal i Kuźniewski/1959/ — *Atriplex* i *Chenopodium*, Kowal/1965/ — *Portulacaceae*) w oparciu głównie o cechy jakościowe.

Niestety, mimo prób przedstawienia zasad stosowania metody dendrytu w systematyce roślin (Kowal i Kuźniewski 1958; Kowal 1965) nie podano dotąd ścisłej definicji podstawowego pojęcia odległości systematycznej, stosując dla jej określenia różne terminy, np. „napięcie międzygatunkowe” (Kuźniewski 1956), „różnica systematyczna” = „odległość” (Kowal 1965), brak było również wzorów ogólnych dla obliczania tej odległości*, czy dla konstrukcji tabeli cech. W pracy niniejszej starałem się uzupełnić te braki i uczynić metodę dendrytową łatwo zrozumiałą i ogólnie dostępną dla taksonomów, a także dokonać znacznego jej uproszczenia. Osiągnąłem to poprzez:

a) wprowadzenie symboli literowych dla określenia wartości cech,

* Wzór na odległość międzygatunkową podobny do (1) podał Mikiewicz (1963).

Tabela 2

Tablica Czekanowskiego
The table of Czekanowski

Odległość systematyczna
Systematic distance (D)

Oenothera	biennis	suaveolens	oehkersi	erythrosepala	fallax	rubicaulis	acutifolia	chicaginesis	wratislaviensis	depressa	renneri	ammophila	silesiaca	parviflora	issleri	venosa	stricta	missouriensis
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
1.		<u>9</u>	<u>8</u>	13	8	<u>5</u>	8	10	<u>10</u>	15	14	16	11	15	<u>10</u>	13	19	23
2.	70		9	17	16	12	10	10	11	14	<u>9</u>	16	14	19	13	17	18	22
3.	73	70		<u>8</u>	11	11	12	15	15	18	17	18	12	16	13	17	19	<u>20</u>
4.	57	43	73		<u>5</u>	12	14	18	13	16	18	15	15	14	17	18	18	21
5.	73	47	63	83		8	12	15	13	15	16	12	14	15	13	18	20	24
6.	83	60	63	60	73		<u>6</u>	8	12	13	14	15	11	16	12	15	20	24
7.	73	67	60	53	60	80		<u>6</u>	10	11	12	15	10	15	13	14	18	26
8.	67	67	50	40	50	73	80		14	13	9	13	13	18	14	15	18	25
9.	67	63	50	57	57	60	67	53		13	12	18	11	12	15	13	20	23
10.	50	53	40	47	50	57	63	57	57		<u>9</u>	15	17	16	18	18	16	25
11.	53	70	43	40	47	53	60	70	60	70		14	16	16	17	18	<u>15</u>	22
12.	47	47	40	50	60	50	50	57	40	50	53		12	10	<u>8</u>	13	20	25
13.	63	53	60	50	53	63	67	57	63	43	47	60		<u>7</u>	<u>8</u>	<u>8</u>	23	24
14.	50	37	47	53	50	47	50	40	60	47	47	67	77		10	8	19	23
15.	67	57	57	43	57	60	57	53	50	40	43	73	73	67		8	22	25
16.	57	43	43	40	40	50	53	50	57	40	40	57	73	73	73		21	25
17.	37	40	37	40	34	34	40	40	34	47	50	34	23	37	27	30		22
18.	23	27	34	30	20	17	13	17	23	17	27	17	20	23	17	17	27	

Procent cech wspólnych
Percentage of common characters (C).

UWAGA — wartości procentowe podano w przybliżeniu.

— podkreślono najkrótsze odległości służące do konstrukcji dendrytu.

(przy czym pod pojęciem wartości cechy rozumiem każdy stopień zróżnicowania cechy jakościowej lub ilościowej), a co za tym idzie

b) zamiast przesadnie konsekwentnego, odrębnego wymieniania cech wyłączających się (cech — nie cecha, por. K o w a l /1965/ tablica I i II) dokonanie zróżnicowania w obrębie tej samej cechy, dzięki czemu uzyskałem znaczne skrócenie tabeli cech i wielokrotne zmniejszenie ilości samych cech, co nie jest bez wpływu na ustalanie najmniejszej odległości systematycznej.

3. Wprowadzenie pojęcia procentu cech wspólnych jest uzupełnieniem pojęcia odległości systematycznej, mówiącego jedynie o liczbie cech, różniących każdą parę porównywanych taksonów. Pozwala ono na rozpastrywanie taksonów w stosunku do całości analizowanych cech. Jest ono pojęciem — być może — bardziej odpowiadającym wyobraźni przyrodnika niż sama odległość systematyczna, wykazuje bowiem liczbowo, o ile procent cech wspólnych gatunkom sobie bliskim (dendryt!) jest większy w porównaniu do gatunków sobie odległych. Zestawienie wartości obu tych parametrów na jednej tabeli (tabela 2) jest tego przykładem.

4. Wyniki klasyfikacji gatunków *Oenothera* uzyskane przedstawioną wyżej metodą (ryc. 1) są zgodne z współczesnymi poglądami taksonomów europejskich na zróżnicowanie gatunkowe w obrębie podrodzaju *Oenothera* (Renner 1942, 1956; Scholz 1956; Janchen 1958; Tacik 1959; Rostański 1965), choć zdaniem niektórych badaczy amerykańskich (Cleland 1950, Munz 1965) ranga gatunkowa tych jednostek jest zbyt wysoka. Celem niniejszej pracy było pokazanie, jakie są istotne różnice w cechach tych gatunków (Tabela 1); różnice te zostały ustalone w wyniku wieloletnich obserwacji hodowli wszystkich wymienionych wyżej gatunków w tych samych warunkach w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu we Wrocławiu.

WNIOSKI

1. Stosując metodę dendrytową do klasyfikacji taksonów rangi gatunku lub wyższej (sekcja, podrodzaj), gdzie różnice między jednostkami systematycznymi tkwią głównie w cechach jakościowych (porządek, kształt, barwa) można wartości cech określać symbolami literowymi (chodzi tu bowiem o obecność lub brak cechy), a odległość systematyczną — sumę różnic cech, a w naszym przypadku ilość różnych cech — obliczać według wzoru (1). Również i istotne w klasyfikacji gatunków, czy innych taksonów, cechy ilościowe (wielkości) można umownie sprowadzać do kategorii cech jakościowych, dotyczących kształtu (np. przy użyciu opisowych terminów, jak „gruby”, „gęsty”, „szeroki” z całą skalą odcieni) i ich zróżnicowanie (czy przedziały wielkości) określać symbolami literowymi. Stosunki wzajemne między taksonami wyrazić można przy pomocy odległości systematycznej D lub procentu cech wspólnych C.

2. W klasyfikacji jednostek niższych od gatunku (badania zmienności indywiduów tego samego gatunku, odmian rolniczych itp.), gdzie główne różnice między jednostkami tkwią w cechach ilościowych, dokładniejsze wyniki daje szczegółowa analiza statystyczna, np. przy użyciu cech znormalizowanych (K u k u ł c z a n k a 1961), czy wskaźników przyrodniczych P e r k a ł a (K u k u ł c z a n k a 1964) i w oparciu o nie obliczanie odległości oraz konstrukcja dendrytu, względnie zastosowanie metody porównywania kształtów roślinnych (J e n t y s - S z a f e r o w a 1951). Niemniej jednak w przypadkach, gdy nie chodzi nam o zbyt dużą precyzję, a różnice w cechach ilościowych są wyraźne, znacznie ekonomiczniej jest zastąpić wartości liczbowe cech ilościowych (czy ustalone przedziały liczbowe tych cech) symbolami literowymi i obliczać odległość systematyczną według podanego wyżej wzoru (1).

Serdecznie dziękuję za cenne wskazówki Pani Docent dr Anieli Krawiecowej, Panu Docentowi dr Józefowi Łukaszewiczowi i Panu Docentowi dr Zygmuntowi Hejnowiczowi.

Z Katedry Morfologii i Systematyki Roślin
Uniwersytetu Wrocławskiego
Wrocław, ul. Kanonia 6/8.

(Wpłynęło 27.9.1967 r.)

SUMMARY

In the present paper the dendrite method has been applied to the classification of those species of *Oenothera* L. whose characters were taken from observations made on growing plants (garden culture).

The comparison of 18 species of *Oenothera* belonging to three subgenera has been conducted involving 30 characters: 22 qualitative traits (arrangement, shape and colour) and 8 quantitative ones (size). The results are presented in Table 1. The values of the characters have been denoted by successive letters: a, b, c, ...

A systematic distance D between each pair of species i.e. the sum of differences between the corresponding traits was found from the following general formula:

$$(1) \quad D_{A,B} = \sum_{i=1}^n |x_{i,A} - x_{i,B}|$$

where A and B denote the species to be compared, n — the number of characters, and $x_{i,A}$, $x_{i,B}$ — the values of the i-th character for species A and B. It is assumed that the difference between each pair of traits can be equal to 1 or to 0 (if the difference does not exist).

The relationships between the compared species have been expressed either by the systematic distance D or by the percentage C characters common for each pair of species:

$$(4) \quad C_{A,B} = 100 - \frac{D_{A,B} \cdot 100}{n}$$

The values of D and C, presented in the so called Czekanowski's table (Table 2), show that the systematic distance between the investigated species and the percentage of common characters ranges from 5 to 26 and from 83% to 13%,

respectively. The shortest distances which did not exceed 20, or 34% of common characters, have been taken to the construction of the dendrite (Fig. 1). The partition of the dendrite through the longest of those distances, i.e. through 15 and 20, has allowed the isolation of three subgenera from the group of the investigated *Oenothera*, namely: *Megapterium* *Raimannia* and *Oenothera*. As result of further partitions within the subgenus *Oenothera* a related groups: *Parviflorae* (*Oe. issleri*, *parviflora*, *venosa*, *silesiaca* and *ammophila*), *Strigosae* (*Oe. depressa*, *renneri*), *Oenothera* (*Oe. biennis*, *suaveolens*, *oehlkersi*, *erythrosepala*, *fallax*, *rubricaulis*, *acutifolia*, *chicaginesis*) and a single species *Oe. wratislaviensis* have been separated. Their distances were equal 9 to 10.

The author believes that the dendrite method allows a good arrangement of the investigated taxa, and that owing to the substitution of numerical values of characters by letter symbols, the systematic distance can be easily computed by the formula (1). The percentage of characters common for individuals belonging to a given taxon is in inverse proportion to its systematic rank.

Department of Plant Morphology and Systematics
The University of Wrocław
Wrocław, Kanonia 6/8, Poland.

LITERATURA

- Cleland R. E., 1950, Studies in *Oenothera* Cytogenetics and Phylogeny, Indiana Univ. Publ., Sc. Ser. 16:1—254.
- Florek K., Łukasiewicz J., Perkal J., Steinhaus H., Zubrzycki S., 1951, Taksonomia Wrocławska, Przegl. Antropol. 17:193—211.
- Janchen E., 1957, Catalogus Florae Austriae, 2:177—440, Wien.
- Jentys-Szaferowa J., 1951, Graficzna metoda porównywania kształtów roślinnych, Kosmos LXVI (1—2):346—409, Wrocław.
- Kappus A., 1966, *Oenothera oehlkersi*, eine neue Wildart am Oberrhein, Z. Vererbungsl. 97:370—374.
- Kowal T., Kuźniewski E., 1958, Metoda dendrytowa i sposób jej stosowania, Wiadomości Botaniczne 2(3):141—147.
- Kowal T., Kuźniewski E., 1959, Uogólnienie metody dendrytowej i zastosowanie jej do systematyki roślin na przykładzie rodzajów *Chenopodium* L. i *Atriplex* L., Acta Soc. Bot. Pol. 28(2):249—260.
- Kowal T., 1961, Zastosowanie metody dendrytowej do badania zmienności fluktuacyjnej, Kwartalnik Opolski, Zesz. Przyr. 1:31—38.
- Kowal T., 1965, Zasady i przykłady systematyki roślin metodą dendrytową, Prace Wrocł. Tow. Nauk. B(117):1—68.
- Kukulczanka K., 1961, Morfologiczne pokrewieństwo odmian *Callistephus chinensis* rasy „Princess”, Acta Agrobotanica 10(1):185—197.
- Kukulczanka K., 1964, Morfologiczne pokrewieństwo igielkowych odmian *Callistephus chinensis* Nees, Ibidem 15:109—125.
- Kulczyński S., 1946, O założeniach jakie leżą u podstaw morfologii porównawczej, Rocznik Polskiej Akademii Umiejętności 1939/1945:119—133.
- Kuźniewski E., 1956, Rodzaj *Sagittaria* L. w świetle „Taksonomii Wrocławskiej”, Acta Soc. Bot. Pol. 25(2):275—284.
- Kuźniewski E., Orłowska E., 1961, Systematyka rodzaju *Crocus* L. na podstawie metody dendrytowej, Kwartalnik Opolski, Zesz. Przyr. 1:25—30.
- Mikiewicz J., 1963, O poziomach ufnosci w Taksonomii Wrocławskiej, Zastosowania Matematyki 7:1—40.

- Munz P. A., 1965, *Onagraceae*, North American Flora, Ser. II(5):1—278.
- Perkal J., 1958, *Matematyka dla rolników I*, Warszawa, PWN, Str. 254.
- Perkal J., 1963, *Matematyka dla przyrodników i rolników II*, Warszawa, PWN, Str. 314.
- Perkal J., 1964, Probabilistyczne podstawy biometrii, *Listy Biometryczne* 1/2:3—31, Wrocław.
- Renner O., 1942, Europäische Wildarten von *Oenothera*, Ber. Deutsch. Bot. Ges. 60:448—466.
- Renner O., 1956, Europäische Wildarten von *Oenothera* III, *Planta* 47:219—254.
- Rostański K., 1963, Badania taksonomiczne nad wybranymi gatunkami rodzaju *Oenothera* L. z podrodzaju *Euoenothera* Munz, Rozprawa doktorska, nie publ.
- Rostański K., 1965, Kilka nowych taksonów rodzaju *Oenothera* L. z podrodzaju *Oenothera*, *Fragm. Flor. et Geobot.* 11(4):499—523.
- Rostański K., 1965a, Próba zastosowania metody dendrytowej w systematyce gatunków *Oenothera* L. (Streszczenie), *Listy Biometryczne* 6/8:35.
- Scholz H., 1956, Die *Oenothera*-Arten in Berlin und Umgebung. *Wiss. Ztschr. Pädag. Hochschule Potsdam, Mat. Nat. Reihe* 2(2):205—209.
- Stebbins G. L., 1958, *Zmienność i ewolucja roślin*, Str. 470, PWN, Warszawa.
- Tacik T., 1959, Rząd *Myrtales*, *Flora polska* pod red. W. Szafera i B. Pawłowskiego VIII:184—269.