

## ベタレイン色素を合成する植物の科における フラボノイドとその分布 (総説)

岩科 司\*

### IWASHINA, Tsukasa\*: Flavonoids and Their Distribution in Plant Families Containing the Betalain Pigments (Review)

ほとんどの高等植物の花, 果実, 葉, 根などに含まれる赤~紫, 青色の色素成分はアントシアニンである。その一方で, ナデシコ目 (Order Caryophyllales), 時に中心子目 (Order Centrospermae) と呼ばれる目に属する植物のうち, ナデシコ科 (Caryophyllaceae) とザクロソウ科 (Molluginaceae) を除く9科, すなわち, ツルナ科 (Aizoaceae), ヒユ科 (Amaranthaceae), ツルムラサキ科 (Basellaceae), サボテン科 (Cactaceae), アカザ科 (Chenopodiaceae), ディディエレア科 (Didiereaceae), オシロイバナ科 (Nyctaginaceae), ヤマゴボウ科 (Phytolaccaceae) およびスベリヒユ科 (Portulacaceae) に含まれる色素がアントシアニンとは異なったものであることは古くから知られており, 分子中にチッ素が含まれることから赤紫色の色素を含チッ素アントシアニン (nitrogenous anthocyanin), 黄色の色素をフラボシアニン (flavocyanin) と呼んでいた (Reznik 1955, 安田 1973)。その後, これらの色素はそれぞれ, ベタシアニン (betacyanin) およびベタキササンチン (betaxanthin) と, また全体を総称してベタレイン (betalain) と呼ばれるようになった。これらについては, Mabry *et al.* (1962) がフダンソウ (*Beta vulgaris*) の根に含まれる赤紫色の色素, ベタニン (betanin) のアグリコンであるベタニジン (betanidin) の化学構造の解明を試み, これがアントシアニンのような2-フェニルベンゾピリリウム (2-phenylbenzopyrriium) を基本骨格としているのではなく, 4-メチルピリジン-2, 6-ジカルボン酸 (4-methylpyridine-2, 6-dicarboxylic acid) を基本骨格とし, これに5, 6-ジヒドロキシ-2, 3-ジヒドロインドール-2-カルボン酸 (5, 6-dihydroxy-2, 3-dihydroindole-2-carboxylic acid) が結合したものであることを報告した (Fig. 1)。

その後, ベタシアニン類は前者のカルボン酸の5-位あるいは6-位に結合する糖の種類や数, あるいはそれに有機酸が結合するかなどによって, またベタキササンチン類は5, 6-ジヒドロキシ-2, 3-ジヒドロインドール-2-カルボン酸の代わりに, プロリン (proline), グルタミン (glutamine), グルタミン酸 (glutamic acid) など各種のアミノ酸が結合したものであることが判明した (例えば, Piattelli and Minale 1964, Piattelli *et al.* 1964, 1965, Minale *et al.* 1966など)。以来, イタリアの Piattelli らと, 近年はドイツの Strack らのグループを中心に, これまでに約50種類のベタレイン色素が分離同定されている (Clement *et al.* 1994)。

ベタシアニン色素の生合成経路についても研究がなされており, 今日までに2分子の DOPA (5, 6-ジオキシフェニルアラニン, 5, 6-dioxyphenylalanine) のうちの1分子のベンゼン環が酸化的に開環してベタラミン酸 (betalamic acid) を生じ, 他の1分子から生じたシクロドーパ (cyclo-dopa) と縮合して生成するものと考えられており (Strack *et al.* 1993, Clement *et al.* 1994), フェニルアラニン-アンモニアリアーゼ (phenylalanine-ammonialyase, PAL) によってフェニルアラニンから生じたケイ皮酸 (cinnamic acid) と3分子のマロニル-CoA (malonyl-CoA) とが縮合して

\*独立行政法人国立科学博物館 筑波研究資料センター 筑波実験植物園. Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum, Tsukuba 305-0005.

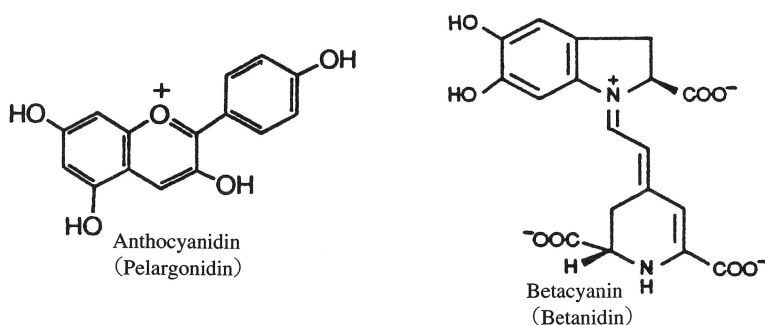


Fig. 1. Basic chemical structures of anthocyanin and betacyanin.

形成されるアントシアニンも含めたフラボノイドのそれとは大きく異なる。

このように、非常にかけ離れた生合成経路によって誘導されるベタレインとアントシアニンであるにもかかわらず、これら両色素群の発生は二者択一的で、ベタレインを含有する9科のナデシコ目植物からはこれまで、アントシアニンはまったく検出されておらず、一方、その他の植物からはベタレインは報告されていない。例えば、岩科ら（1985）や岩科・近藤（1985）はサボテン科植物43属259種の花や果実の色素成分を分析したが、赤～赤紫色の花色素はすべてベタレイン系色素で、アントシアニンはまったく検出されなかった。

ナデシコ目以外からベタレイン色素が分離された唯一の報告はキノコのベニテングタケ (*Amanita muscaria*) (Döpp and Musso 1973, 1974), アカヤマタケ属 (*Hygrocybe* spp.) (von Ardenne *et al.* 1974), ヌメリガサ属 (*Hygrophorus* spp.) (Strack *et al.* 1993) からで、ムスカプルプリン (muscapurprin), ムスカアウリン (muscaaurin), ムスカルプリン (muscarubrin), ムスカフラビン (muscaflavin) などと命名された。その後、これらの色素はそのアミノ酸部分がムスカプルプリン酸 (muscapurpuric acid, ムスカプルプリン), イボテン酸 (ibotenic acid, ムスカアウリン I) など、特殊なアミノ酸で構成されていることが判明し、高等植物に含まれるベタレイン色素とは生合成的に異なったものであると考えられている (Döpp *et al.* 1982, Strack *et al.* 1993)。

先にも述べたように、ベタレインを合成する能力のあるナデシコ目の9科の植物からはアントシアニンはまったく検出されない。ところが、アントシアニンと同じ生合成経路に由来すると考えられる他のフラボノイドはこれらの科から普遍的に見出される。

本論文では、ベタレイン色素を合成するナデシコ目の9科におけるこれまでに報告されたフラボノイドの諸特性とそれらの分布について、各科別に総説する。

### ツルナ科 (Aizoaceae)

ツルナ科は多くの種が極端な乾燥に対して適応し、多肉の葉を有している。これまでに南アフリカの熱帯を中心に、143属約2300種が知られている (Heywood 1978)。しかし、フラボノイドが調査されているものは少なく、著者の知る限り、14属51種にすぎない (Table 1)。

主要フラボノイドはフラボノールで、51種中50種で認められている。3-O-glucoside, 3-O-rhamnosylglucoside のような Kaempferol (Fig. 2-27) の配糖体が多くの種で検出され (Reznik 1957), Quercetin (Fig. 2-48) の配糖体は 3-O-glucoside などわずかである。特殊なフラボノールとしてはミルスベリヒユ (*Sesuvium portulacastrum*) の全草から、6位が置換されたフラボノールである eupalitin (Fig. 2-19) そのものと、その 3-O-glucoside および 3-O-rutinoside が報告されている (Khajuria *et al.* 1982, Banerji and Chintalwar 1971)。

Table 1. The reports of flavonoids in the family Aizoaceae

<i>Species</i>	<b>Flavonoid classes</b>
	Flavonoids
<i>Aptenia cordifolia</i> (ハナヅルソウ)	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Burret <i>et al.</i> 1981, Richardson 1978), Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Bergeranthus multiceps</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Carruanthus ringens</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Conicosia communis</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Conophytum albescens</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum augustum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum bifidum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum citrinum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum conradi</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum corculum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum ectypum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum elishae</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum ernianum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum exsertum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum flavum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum globuliforme</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum impolitum</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).

Table 1.

-(continued)-

---

<i>Conophytum laetum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum limbatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum luteolum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum luteum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum marginatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum marnierianum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum maximum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum meyeri</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum minutum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum nelianum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum ornatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum pearsonii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum piluliforme</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum plenum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum praegratum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum sellatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum simplum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum subacutum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum tayloriatum</i>
<b>Flavonol</b>

---

-(continued)-

Table 1.

-(continued)-

---

Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum tetracarpum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum tischeri</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum tubatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum turrigerum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Conophytum wettsteinii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Delosperma pruinatum</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Erepsia inclaulens</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Neria meyeri</i>
<b>Flavan and Proanthocyanidin</b>
Prodelphinidin B <sub>6</sub> (lv) (Kolodziej 1983), Procyanidin B <sub>2</sub> (lv) (Kolodziej and Friedrich 1978, Kolodziej 1984), (-)-Epicatechin, (+)-Catechin, Procyanidin B <sub>s</sub> , Procyanidin C <sub>1</sub> (lv) (Kolodziej 1984).
<b>Flavone</b>
Luteolin, Luteolin 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Kolodziej 1982).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside (fl) (Kolodziej 1982).
<i>Oscularia caulescens</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Ruschia nonimpressa</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (ミルスベリヒユ)
<b>Flavonol</b>
Eupalitin, Eupalitin 3- <i>O</i> -glucoside (wp) (Khajuria <i>et al.</i> 1982), Eupalitin 3- <i>O</i> -rutinoside (wp) (Banerji and Chintalwar 1971).
<i>Tetragonia expansa</i>
<b>Flavanone</b>
7, 8-Dimethoxyflavanone (lv) (Kemp <i>et al.</i> 1979).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (ツルナ)
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981, Richardson 1978), Quercetin glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Trianthema portulacastrum</i>
<b>Flavone</b>
5, 2'-Dihydroxy-7-methoxy-6, 8-dimethylflavone (wp) (Kokpol <i>et al.</i> 1997).

---

lv = leaves, fl = flowers and wp = whole plants.

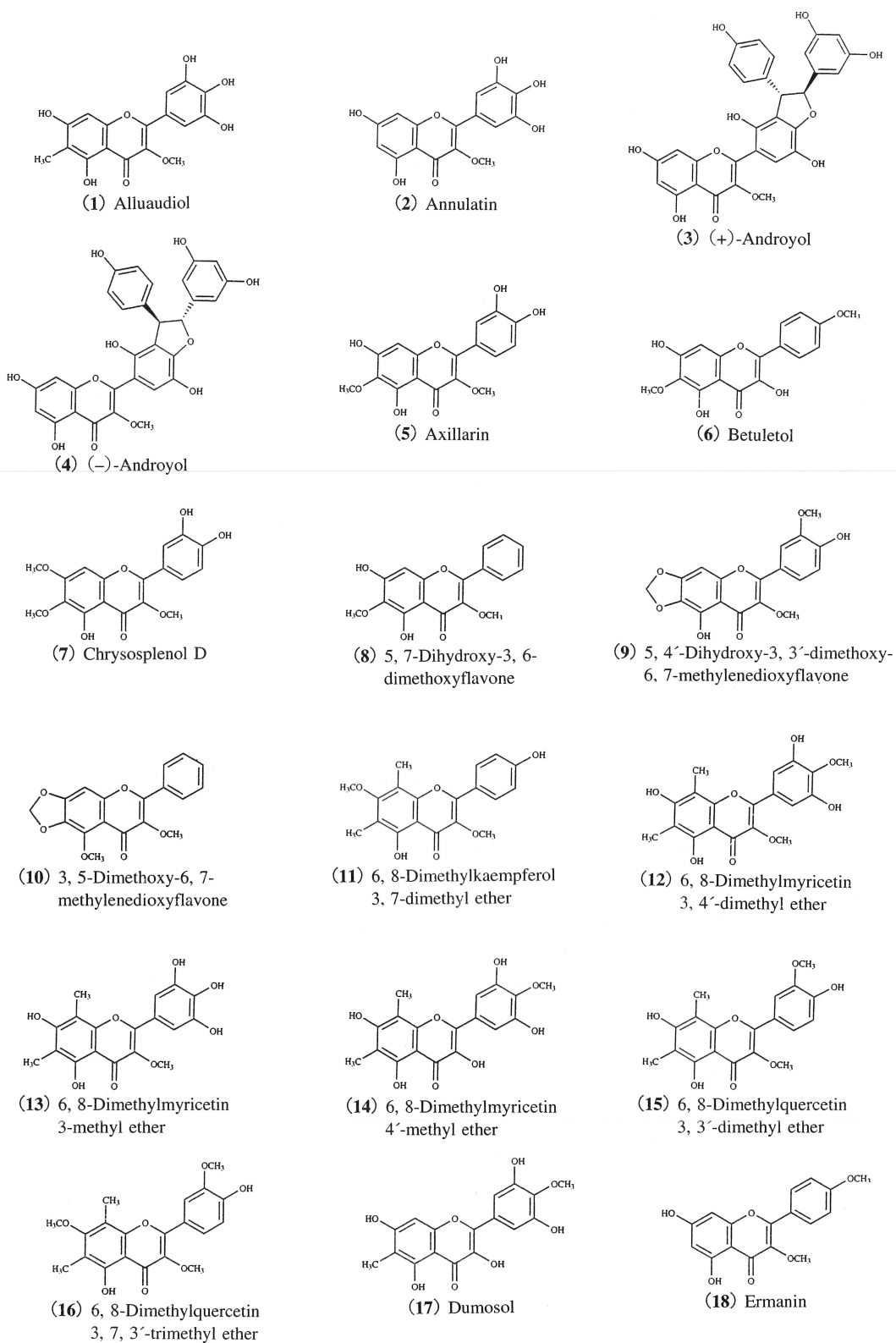


Fig. 2. Chemical structures of flavonol aglycones occurring in betalain-containing families.

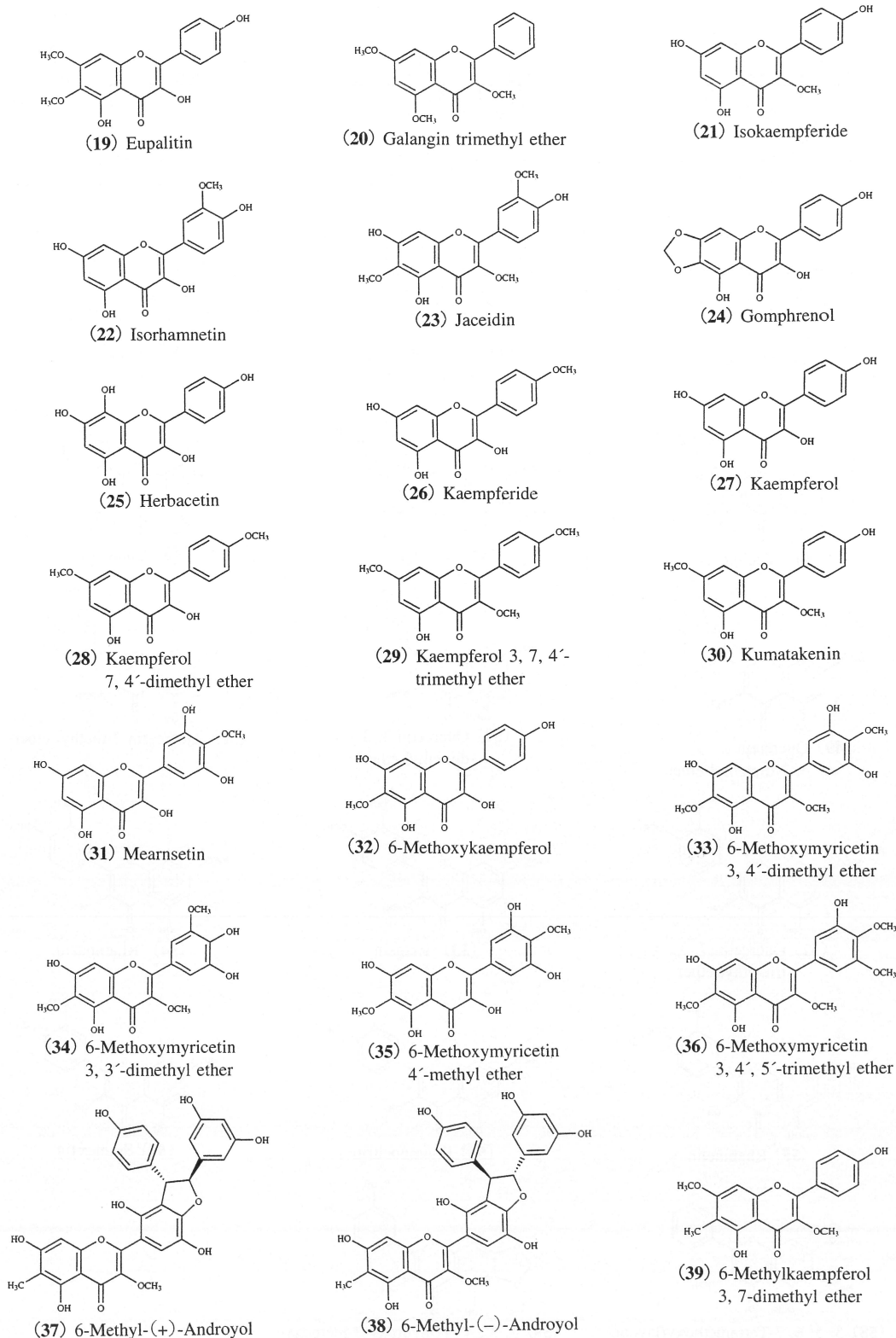


Fig. 2.

-(continued)-

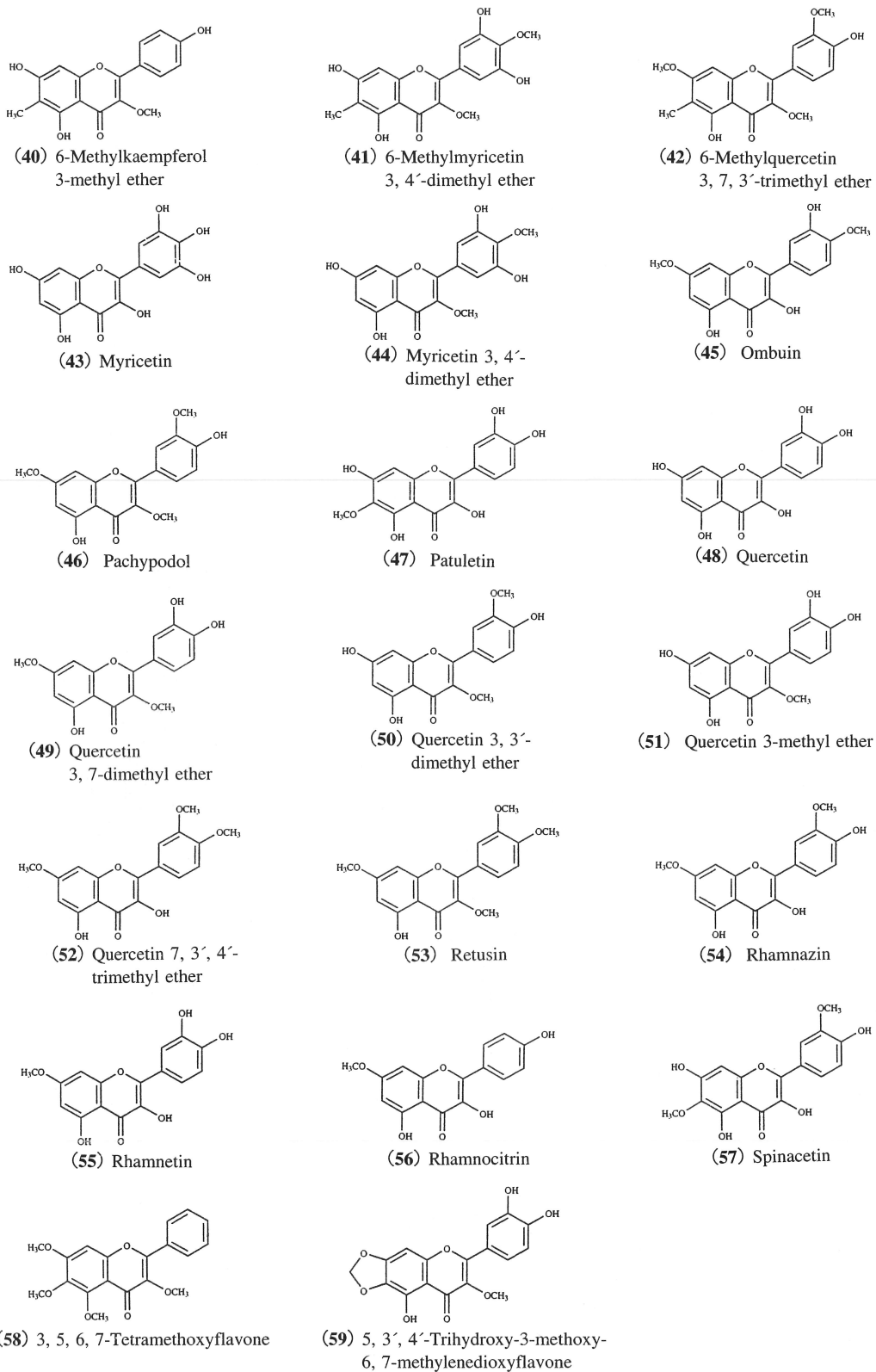


Fig. 2.

-(continued)-



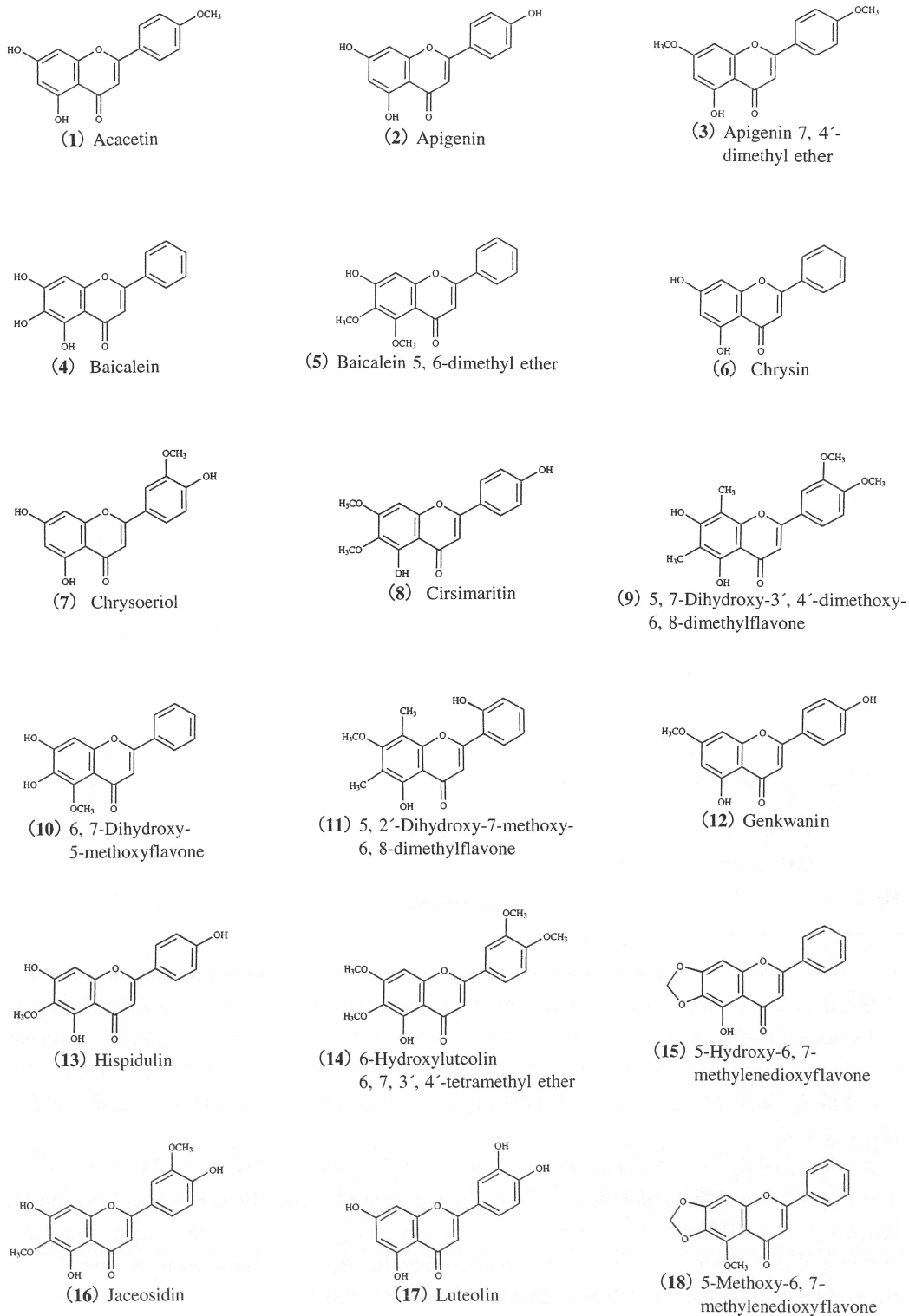


Fig. 3. Chemical structures of flavone aglycones occurring in betalain-containing families.

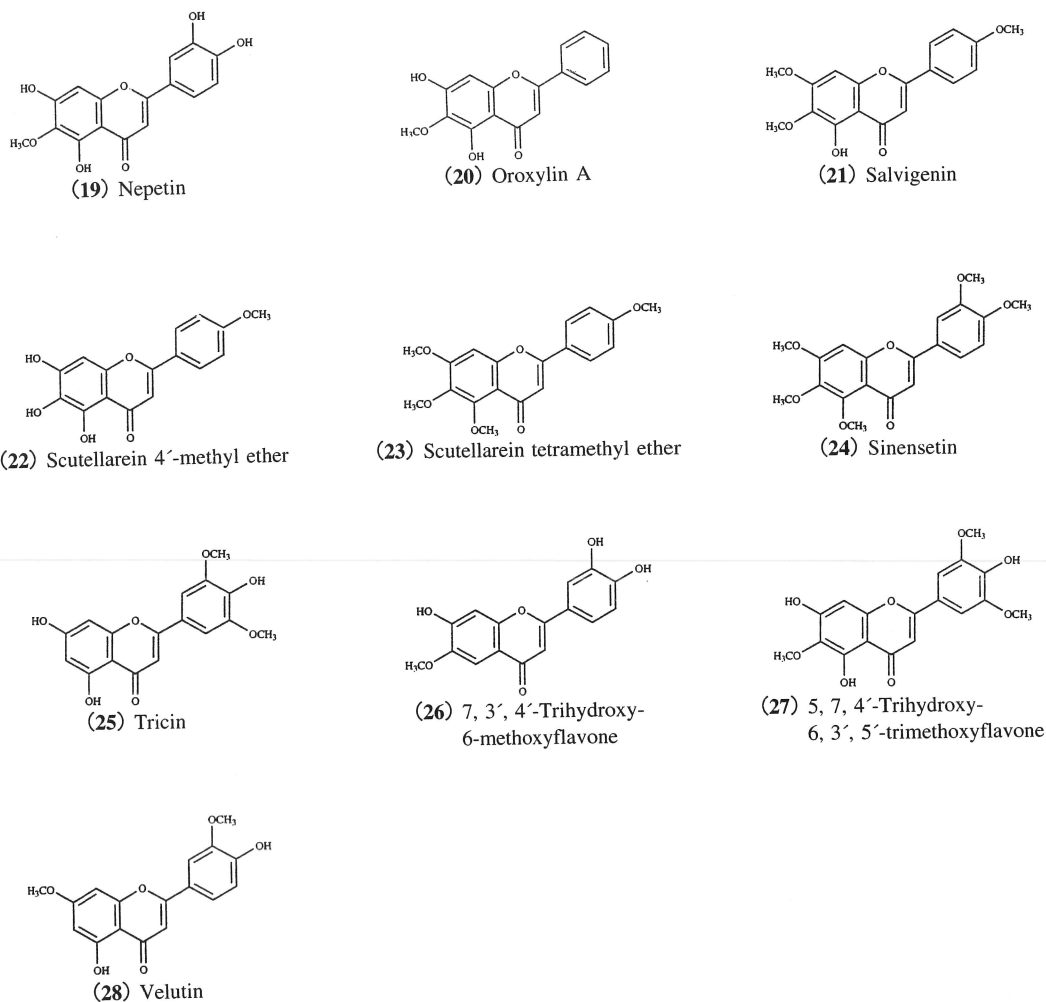


Fig. 3.

-(continued)-

フラボンは南アフリカ原産の多肉植物である *Neria meyeri* と *Trianthema portulacastrum* のみから報告されている。前者のフラボンは一般的な luteolin (Fig. 3-17) とその 7-O-glucoside であるが (Kolodziej 1982), 後者からは自然界でも稀な C-メチル化フラボンの 5, 2'-dihydroxy-7-methoxy-6, 8-dimethylflavone (Fig. 3-11) が分離された (Kokpol *et al.* 1997)。この化合物はさらに 2'-位もまた水酸基で置換されている点でも特徴的である。これは配糖体としてではなく、遊離の状態が存在している。

フラボンが検出された *Neria meyeri* からはナデシコ目では極めて稀なフラバンおよびプロアントシアニンも 6 種類が分離同定されている (Kolodziej and Friedrich 1978, Kolodziej 1983, 1984)。検出されたのは 2 種類のフラバン-3-オール, (+)-catechin (Fig. 7-1) と (-)-epicatechin (Fig. 7-2), それに 4 種類のプロアントシアニン, prodelphinidin B<sub>6</sub> (Fig. 7-6), procyanidin B<sub>2</sub> (Fig. 7-3), procyanidin B<sub>3</sub> (Fig. 7-4) および procyanidin C<sub>1</sub> (Fig. 7-5) である。

後にも述べるが、著者の知る限り、ツルナ科はもとよりベタレイン色素を合成することができる植物の間で、フラバンおよびプロアントシアニンが分離され、それらの化学構造が決定されたのは唯一この種のみである。ただ、プロアントシアニンについてはツルナ (*Tetragonia*

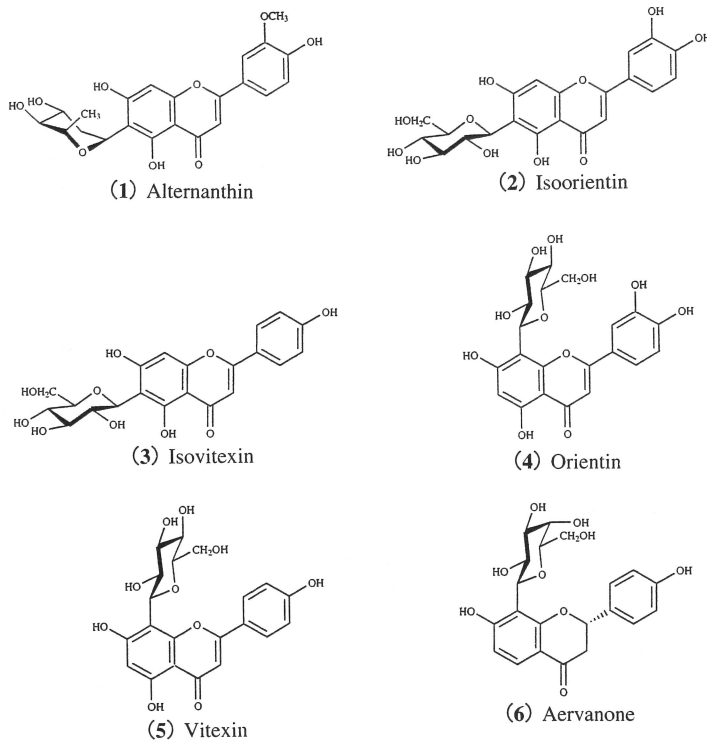


Fig. 4. Chemical structures of C-glycosylflavones and C-glycosylflavanone occurring in betalain-containing families.

*tetragonoides*) など 8 科 20 種の植物の未熟種子から、その存在が報告されている (Bittrich and Amaral 1991)。しかし、これは種子を酸加水分解してアントシアニジンの cyanidin が検出されたことから決定されたもので、個々の化合物の分離同定には至っていない。なお葉からは検出されなかった。

もしこれらが事実とすると、一般的なフラボノイドの生合成経路では、アントシアニンとフラバン (フラバン-3-オール) はそれぞれ、ロイコアントシアニン (leucoanthocyanidin, =フラバン-3, 4-ジオール) から分岐して生成されるので (Heller and Forkmann 1988, Stafford 1990)、ベタレインを合成する植物もジヒドロフラボノール 4-レダクターゼ (dihydroflavonol 4-reductase, DFR) までは保持していることになり、ベタレインを合成する植物がなぜアントシアニンを合成しないかを解明する糸口になる可能性もある点で非常に注目される。

フラバノン ツルナ科からはこれまでにニュージーランド原産のツルナ属植物, *Tetragonia expansa* からのみ報告されている (Kemp *et al.* 1979)。この化合物は非常にシンプルな構造の 7, 8-dimethoxyflavanone (Fig. 5-5) で、葉からトルエンによる抽出で得られた。これは A-環にまったく置換基がなく、また B-環にも水酸基がなく、7-位と 8-位にメトキシル基のみを持つもので、遊離の状態では分離された。このフラボノイドは今日まで他の植物から報告されていない。

以上のように、限られた報告ではあるものの、ツルナ科の主要フラボノイドはフラボノールである。フラボンとフラバノンもわずかながら分離されたが、O-配糖体もしくは遊離の状態であり、C-配糖体は検出されていない。なお、イソフラボノイド、カルコン、オーロンなどはこれまでに報告されていない。

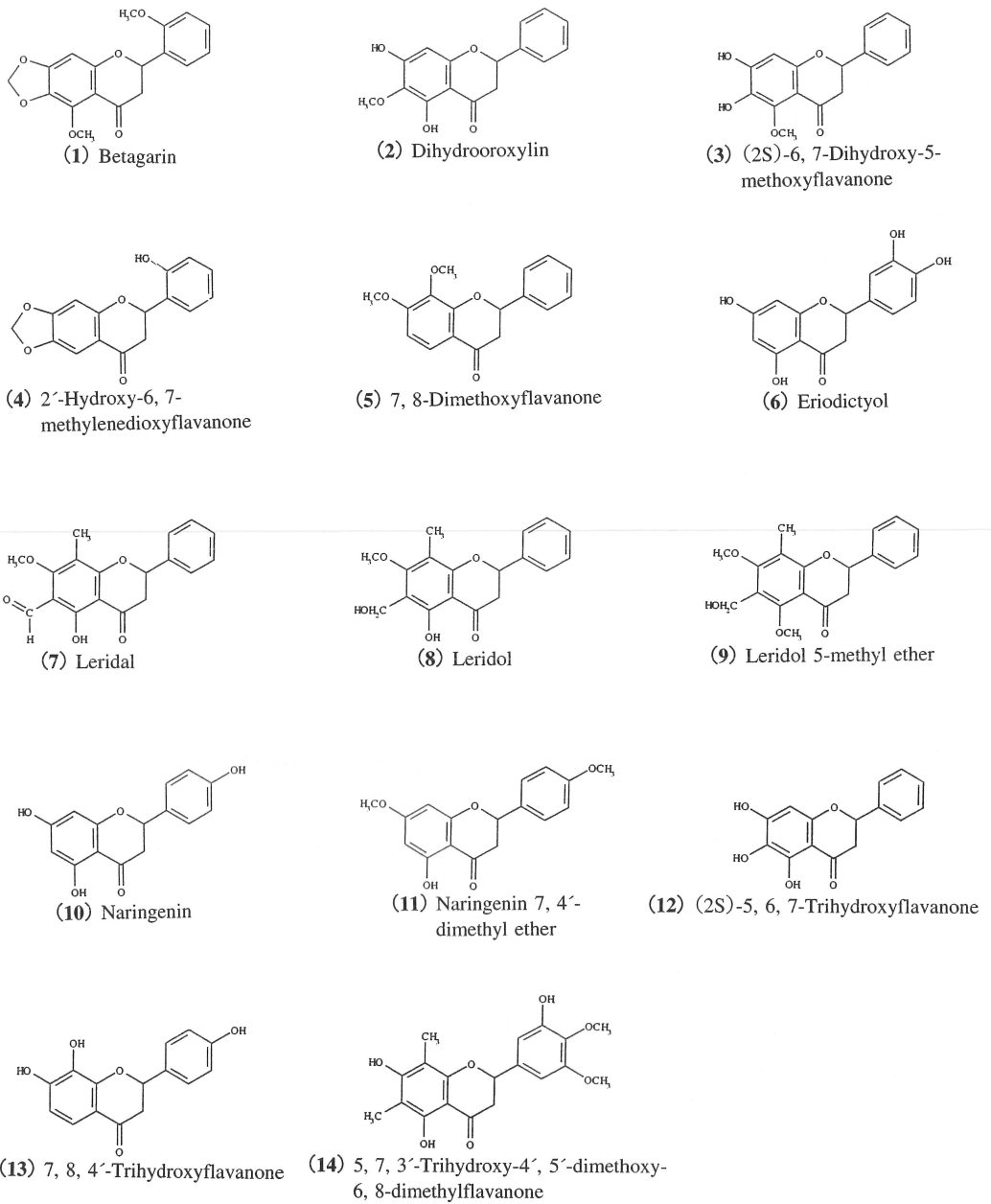


Fig. 5. Chemical structures of flavanone aglycones occurring in betalain-containing families.

### ヒユ科 (Amaranthaceae)

ヒユ科は65属約900種ほどあり、北半球の寒帯を除く世界に広く分布している (Heywood 1978)。その中にはケイトウ (*Celosia* spp.) やセンニチコウ (*Gomphrena globosa*) などの鑑賞用植物やセンニンコク (*Amaranthus caudatus*) のような穀物も含まれる。

しかし、この科の植物に含まれるフラボノイドの報告は非常に少なく、わずか20種が分析されているにすぎない。

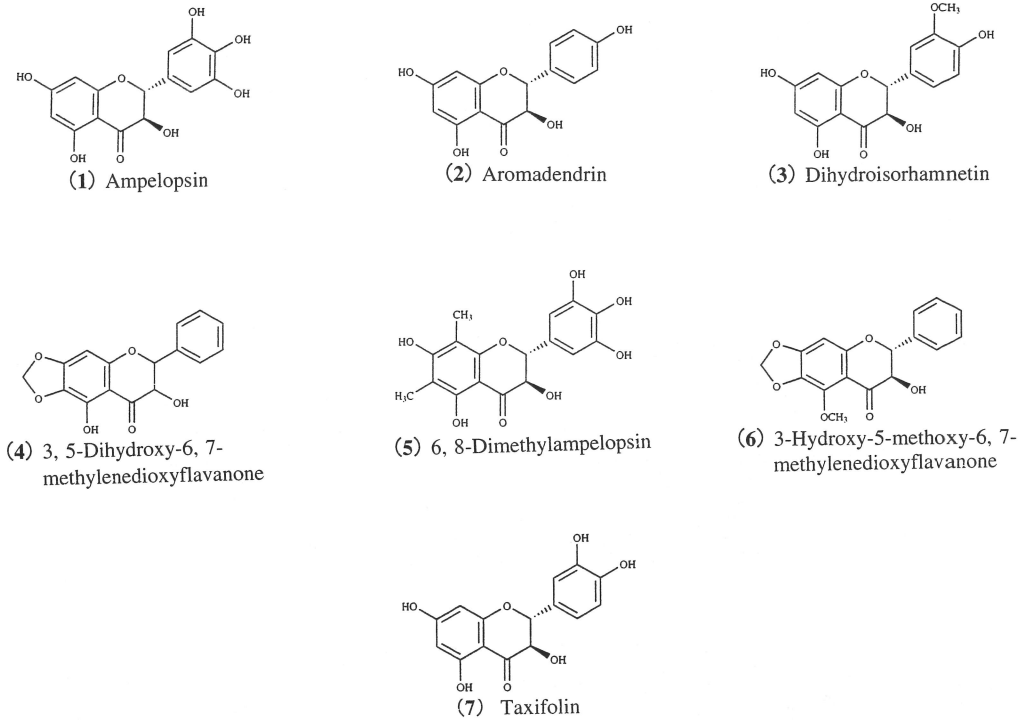


Fig. 6. Chemical structures of dihydroflavonol aglycones occurring in betalain-containing families.

最も多く報告されているフラボノイドのクラスは前述したツルナ科と同様にフラボノールで、20種中17種から分離されている (Table 2)。一般的なものは kaempferol と quercetin の配糖体であるが、*Aerva* 属の2種、*A. javanica* と *A. lanata* の地上部からは上記の配糖体に加えて、quercetin の3'-位がメチル化された isorhamnetin (Fig. 2-22) の配糖体も分離されている (Harborne and Baxter 1999, Saleh *et al.* 1990)。これらは糖としてラムノースとガラクトース、あるいはそのどちらか、またはグルコースを結合し、さらに *p*-クマル酸 (*p*-coumaric acid) でアシル化されていた。ヒユ科の他の稀なフラボノールは2種のセンニチコウ属 (*Gomphrena*) 植物、センニチコウと *G. martiana* の葉あるいは全草から分離された。前者からは6-位と7-位の間にメチレンジオキシ化された gomphrenol (Fig. 2-24) が (Bouillant *et al.* 1978)、また後者からはやはり6-位と7-位の間にメチレンジオキシ化された 3, 5-dimethoxy-6, 7-methylenedioxyflavone (Fig. 2-10) に加えて、3種の高度にメトキシ化されたフラボノール、galangin trimethyl ether (Fig. 2-20)、3, 5, 6, 7-tetramethoxyflavone (Fig. 2-58) および 5, 7-dihydroxy-3, 6-dimethoxyflavone (Fig. 2-8) も分離された (Buschi *et al.* 1979, 1980)。これらの化合物はいずれも糖を結合しない、遊離の状態で見出された。また後3化合物のうち、2者では5-位の水酸基がメチル化されている点でも特異的である。すなわち、一般にフラボノールやフラボンのような4-位にカルボニル基をもつフラボノイドでは5-位の水酸基は、フラボノイド骨格が形成されると同時に4-位のカルボニル基との間で水素結合を生じ、その結果として、糖やメチル基が結合しにくいために稀である (Iwashina 2000)。

フラボンは *Aerva persica* および *Gomphrena martiana* の2種から報告されているにすぎない。しかし、その化学構造は稀である。前者のフラボンはB-環がまったく置換されていない chrysin (Fig. 3-6) の7-*O*-galactosideで、根から分離された (Garg *et al.* 1979)。一方、後者からは2種

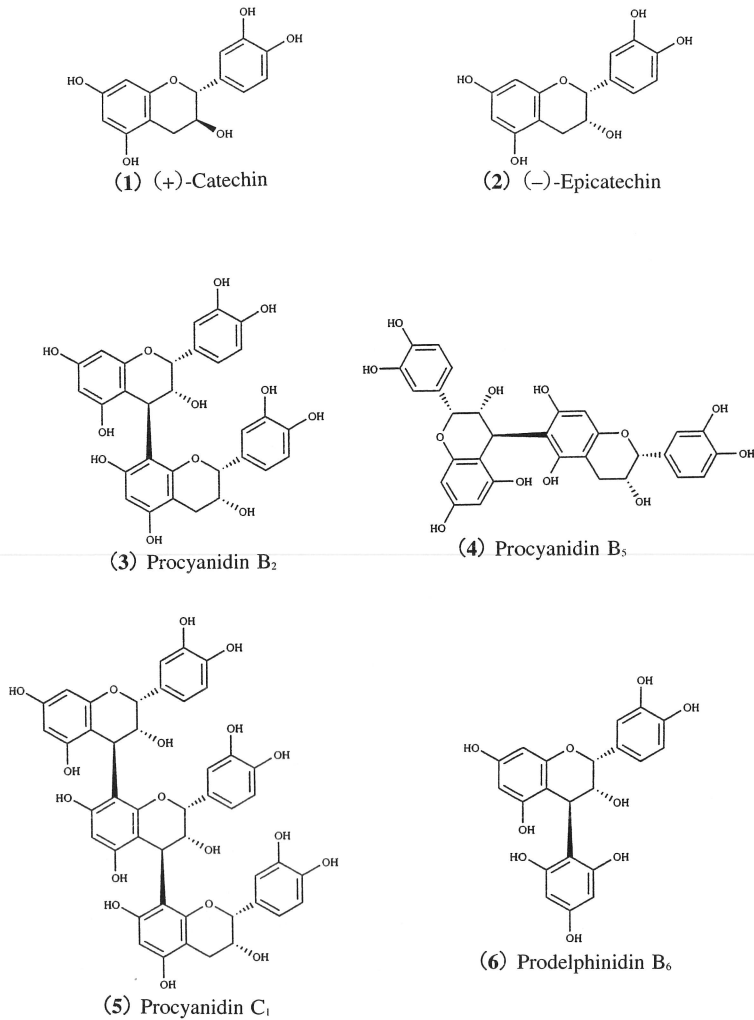


Fig. 7. Chemical structures of flavan and proanthocyanidins occurring in betalain-containing families.

類のメチル化フラボン，oroxylin A (Fig. 3-20) と baicalein 5, 6-dimethyl ether (Fig. 3-5) が遊離の状態で見られる。これらはこの種に含まれる前述の3種類のフラボノールと共通した特徴，すなわち，一般には置換されない6-位がメトキシル化されていることで特異的である。

*Aerva persica* からは上記フラボンの他に，各1種類のフラバノンとC-グリコシルフラバノンも分離されている (Garg *et al.* 1980)。それらは7, 8, 4'-trihydroxyflavanone (Fig. 5-13) と aervanone (Fig. 4-6) で，後者は liquiritigenin (7, 4'-dihydroxyflavanone) の8-位にガラクトースがC-結合されているもので，この植物から初めて発見された。C-配糖体でもC-グリコシルフラバノンは自然界でも非常に稀で，4000種類を越えるフラボノイドの中でわずか11種類が知られているのみである (Harborne and Baxter 1999)。

稀なC-グリコシルフラボンである alternanthin (Fig. 4-1) は中国産のツルノゲイトウ属 (*Alternanthera*) の一種，*A. philoxeroides* の葉および茎から分離された (Zhou *et al.* 1988)。これは

Table 2. The reports of flavonoids in the family Amaranthaceae

<i>Species</i>	<b>Flavonoid classes</b>
	Flavonoids
<i>Achyranthes aspera</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981), Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978, Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Aerva javanica</i>	<b>Flavonol</b> Isorhamnetin 3- <i>O</i> -galactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -robinobioside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroylrhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -[4'''- <i>p</i> -coumaroylrhamnosyl (1 → 6) galactoside], Isorhamnetin 7- <i>O</i> - <i>p</i> -coumaroylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside (ap) (Saleh <i>et al.</i> 1990).
<i>Aerva lanata</i>	<b>Flavonol</b> Isorhamnetin 3- <i>O</i> -(6''- <i>p</i> -coumaroylglucoside), Isorhamnetin 3- <i>O</i> -(3'', 6''-di- <i>p</i> -coumaroylglucoside), Kaempferol 3- <i>O</i> -(6''- <i>p</i> -coumaroylglucoside), Kaempferol 3- <i>O</i> -(3'', 6''-di- <i>p</i> -coumaroylglucoside) (wp) (Harborne and Baxter 1999).
<i>Aerva persica</i>	<b>Flavanone</b> 7, 8, 4'-Trihydroxyflavanone (rt) (Garg <i>et al.</i> 1980). <b>Flavone</b> Chrysin 7- <i>O</i> -galactoside (rt) (Garg <i>et al.</i> 1979). <b>C-Glycosylflavanone</b> Aervanone (rt) (Garg <i>et al.</i> 1980).
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	<b>C-Glycosylflavone</b> Alternanthin (st, lv) (Zhou <i>et al.</i> 1988).
<i>Alternanthera sessilis</i> (ツルノゲイトウ)	<b>Flavonol</b> Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978). <b>C-Glycosylflavone</b> Isoorientin, Orientin (lv) (Richardson 1978).
<i>Amaranthus blitum</i>	<b>Flavonol</b> Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<i>Amaranthus caudatus</i> (ヒモゲイトウ)	<b>Flavonol</b> Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Reznik 1957). <b>C-Glycosylflavone</b> Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).
<i>Amaranthus hybridus</i> (ホナガアオゲイトウ)	<b>Flavonol</b> Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978). <b>C-Glycosylflavone</b> Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).
<i>Amaranthus paniculatus</i> (スギモリゲイトウ)	<b>Flavonol</b> Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Amaranthus retroflexus</i> (アオゲイトウ)	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981), Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978, Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Bosea yarvamora</i>	<b>Flavonol</b> Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<i>Cerosia argentea</i> (ノゲイトウ)	

Table 2.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Cerosia thompsonii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glycoside (fl) (Reznik 1957).
<i>Cyathula capitata</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Deeringia amaranthoides</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Isoorientin, Orientin (lv) (Richardson 1978).
<i>Gomphrena globosa</i> (センニチコウ)
<b>Flavonol</b>
Gomphrenol (lv) (Bouillant <i>et al.</i> 1978), Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Gomphrena martiana</i>
<b>Flavone</b>
Baicalein 5, 6-dimethyl ether, Oroxylin A (wp) (Buschi <i>et al.</i> 1981).
<b>Flavonol</b>
3, 5-Dimethoxy-6, 7-methylenedioxyflavone (wp) (Buschi <i>et al.</i> 1979), 5, 7-Dihydroxy-3, 6-dimethoxyflavone, Galangin trimethyl ether, 3, 5, 6, 7-Tetramethoxyflavone (wp) (Buschi <i>et al.</i> 1980), Isorhamnetin 3- <i>O</i> -robinobioside (wp) (Buschi and Pomilio 1982).
<i>Iresine celosioides</i>
<b>Isoflavonoid</b>
Tlatlancuayin (wp) (Crabbé <i>et al.</i> 1958, Fukui <i>et al.</i> 1965).
<i>Pandiaka welwitchii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).

---

ap = aerial parts, fl = flowers, lv = leaves, rt = roots, st = stems and wp = whole plants.

chrysoeriol (Fig. 3-7) の6位に自然界では極めて稀なヘキソースであるボイビノース (voivinosose) がC-結合しているものであった。他のC-グリコシルフラボンとしてはツルノゲイトウ (*Alternanthera sessilis*) と *Deeringia amaranthoides* から、一般的な orientin (Fig. 4-4) と isoorientin (Fig. 4-2) が報告されている (Richardson 1978)。

ヒユ科における唯一のイソフラボノイドはメキシコ産のマルバビユ属 (*Iresine*) 植物, *I. celosioides* の全草から分離された (Crabbé *et al.* 1958, Fukui *et al.* 1965)。これは tlatlancuayin (Fig. 8-16) と命名されたイソフラボンで、一般に置換されない2'-位にメトキシ基を有し、さらに6位と7位の間がメチレンジオキシ化されているという特異的なものであり、遊離の状態でも単離された。

以上述べたように、これまでのところ、ヒユ科の一般的なフラボノイドはフラボノールであり、C-グリコシルフラボンも含めたフラボン、フラバノン、イソフラボノイドはマイナーな成分である。しかし、この科についても900種もある中で、フラボノイドについて調査がなされているのはわずか20種のみであり、いっそうの分析が必要とされる。

#### ツルムラサキ科 (Basellaceae)

ツルムラサキ科はわずか4属22種からなる小さな科で、熱帯アメリカを中心として分布している (Heywood 1978)。日本に自生しているものはなく、ツルムラサキ (*Basella rubra*) とシンツルムラサキ (*Basella alba*) が野菜として栽培されている。この科では4種のみからフラボノイ



Table 3. The reports of flavonoids in the family Basellaceae

Species
<b>Flavonoid classes</b>
Flavonoids
<i>Anredera cordifolia</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).
<i>Anredera scandens</i>
<b>Chalcone</b>
3-Formyl-4, 6-dihydroxy-2-methoxy-5-methylchalcone (rz) (Calzada <i>et al.</i> 1990).
<i>Basella alba</i> (シンツルムラサキ)
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Isovitexin, Isoorientin, Orientin (lv) (Richardson 1978), Vitexin (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981, Richardson 1978).
<i>Boussingaultia baselloides</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).

lv = leaves and rz = rhizomes.

ド成分が報告されている (Table 3)。

これまでのところ、主要なフラボノイドのクラスはフラボノールと C-グリコシルフラボンのようである。フラボノールは3種、すなわち、*Anredera cordifolia*、シンツルムラサキおよび *Boussingaultia baselloides* の葉から quercetin の配糖体が検出されているが、完全な同定には至っていない (Bate-Smith 1962, Burret *et al.* 1981, Richardson 1978)。また、C-グリコシルフラボンはシンツルムラサキから一般的な isovitexin (Fig. 4-3), vitexin (Fig. 4-5), isoorientin および orientin が (Burret *et al.* 1981, Richardson 1978), *Boussingaultia baselloides* から vitexin が分離されている (Burret *et al.* 1981, Richardson 1978)。 *Anredera cordifolia* にも C-グリコシルフラボンが存在するとの報告があるが、同定には至っていない (Richardson 1978)。

自然界で非常に稀なフラボノイドが、メキシコで薬用として用いられている *Anredera scandens* の塊茎から分離された (Calzada *et al.* 1990)。これはカルコンの 3-formyl-4, 6-dihydroxy-2-methoxy-5-methylchalcone (Fig. 9-1) で、A-環に置換基をまったく持たず、逆に B-環は 2-位から 6-位まですべてが置換されている。さらにこのうち、3-位はフラボノイドに結合する置換基としては極めて稀なホルミル基 (アルデヒド基, -CHO) である。

なお、この科からはフラボンの O-配糖体、オーロン、イソフラボノイド、フラバノン、ジヒドロフラボノールなどはこれまでに報告されていない。

### サボテン科 (Cactaceae)

サボテン科は南北両アメリカ大陸とその周辺の島々に固有の植物群で、約200属2000種が含まれる (Backeberg 1979)。この科の多くの種は乾燥地に生育し、*Pereskia*, *Peresklopsis*, *Rhodocactus* 属など、一部を除いて葉は退化している。したがって、これまでに報告されたフラボノイドはほとんどの場合、花に含まれるもので、一部が茎、刺などから分離されている。著者の知る限り、これまでに304種からフラボノイドが報告されている (Table 4)。これらは主に

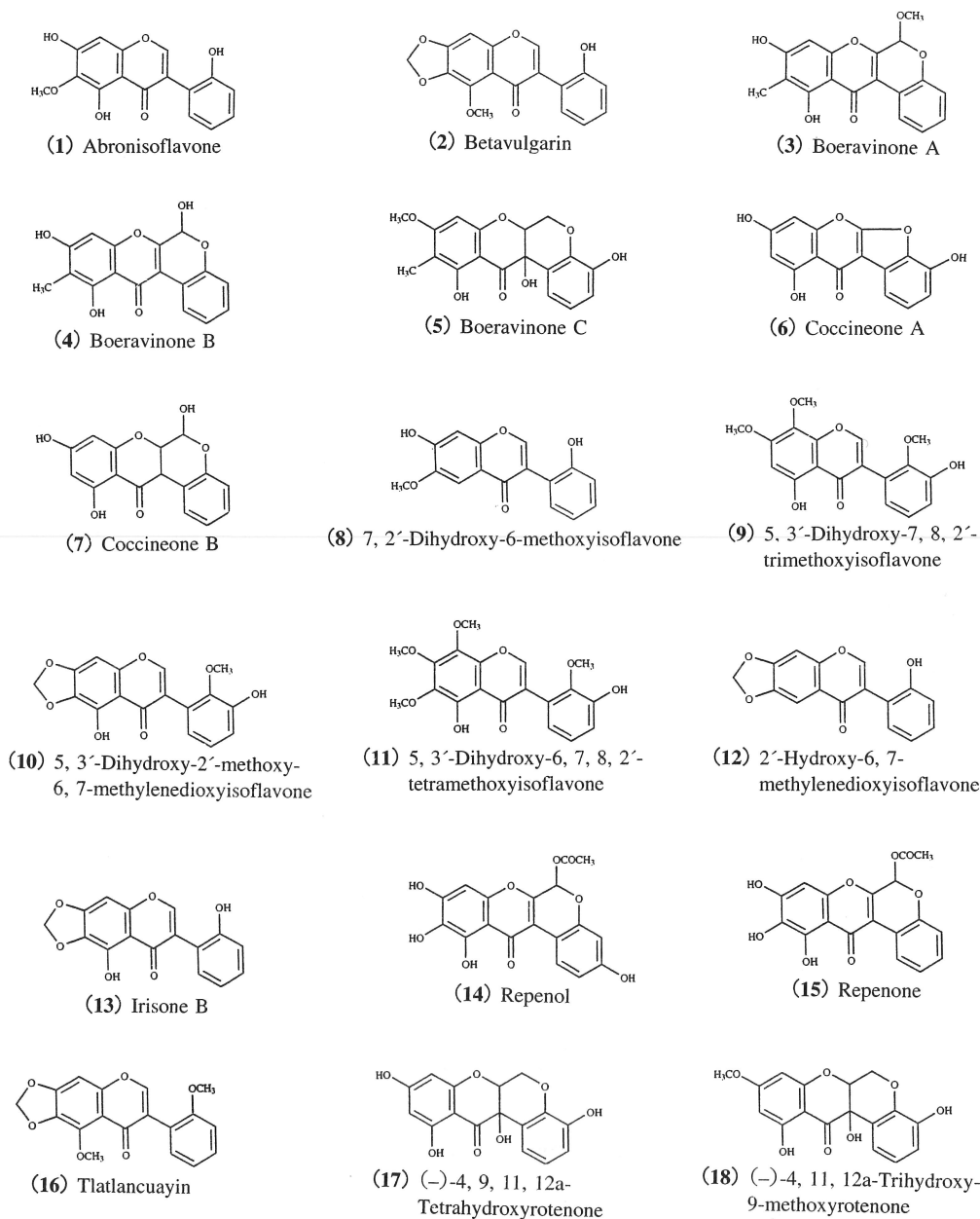


Fig. 8. Chemical structures of isoflavonoids occurring in betalain-containing families.

Iwashina らと Burret らによって報告された (Iwashina *et al.* 1984, 1986, 1988; Iwashina and Ootani 1986; 岩科ら 1982; Burret *et al.* 1982)。

この科で一般的なフラボノイドはフラボノールで、分析されたすべての種から報告されている (Table 10)。多くの場合、quercetin, kaempferol および isorhamnetin の 3-*O*-galactoside, 3-*O*-glucoside, 3-*O*-rutinoside のような配糖体として存在し、7-*O*-あるいは 3, 7-*O*-配糖体は少ない。まれに遊離の形で花に存在し、例えば *Astrophytum* 属では多量の quercetin が微量の kaempferol と

Table 4. The reports of flavonoids in the family Cactaceae

*Species***Flavonoid classes**

## Flavonoids

*Acanthocalycium spinoflorum***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Acanthocalycium violaceum***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Acantholobivia tegeleriana***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Arequipa leucotricha***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Arequipa weingartiana***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ariocarpus retusus***Flavonol**

Retusin (wp) (Domínguez *et al.* 1968).

*Astrophytum asterias***Flavonol**

Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin (fl) (Iwashina and Ootani 1986, Iwashina *et al.* 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Astrophytum capricorne***Flavonol**

Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin (fl) (Iwashina and Ootani 1986, Iwashina *et al.* 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Astrophytum myriostigma***Flavonol**

Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin (fl) (Iwashina and Ootani 1986, Iwashina *et al.* 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Astrophytum ornatum***Flavonol**

Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin (fl) (Iwashina and Ootani 1986, Iwashina *et al.* 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Austrocylindropuntia sublata***Dihydroflavonol**

Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret *et al.* 1982).

**Flavone**

Baicalein (lv) (Burret *et al.* 1982).

**Flavonol**

Isorhamnetin (lv) (Burret *et al.* 1982), Kaempferol (lv, sp) (Burret *et al.* 1982), Quercetin (lv, sp, st) (Burret *et al.* 1982), Isokaempferide, Quercetin 3-methyl ether (sp) (Burret *et al.* 1982).

*Aylostera deminuta***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Aylostera fiebrigii***Flavonol**

Table 4.

-(continued)-

---

Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Aylostera kupperiana</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Aylostera pseudodeminuta</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Aylostera pseudominuscula</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Aylostera spegazziniana</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Aylostera spinosissima</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Brasilicactus graessneri</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Brasilicactus haselbergii</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Cephalocereus senilis</i>
<b>Aurone</b>
Cephalocerone (cc) (Pare <i>et al.</i> 1991).
<b>Flavanone</b>
(2 <i>S</i> )-5, 6, 7-Trihydroxyflavanone 7- <i>O</i> -glucoside (cc) (Liu <i>et al.</i> 1993a), (2 <i>S</i> )-6, 7-Dihydroxy-5-methoxyflavanone 7- <i>O</i> -glucoside (cc) (Liu <i>et al.</i> 1993b).
<b>Flavone</b>
Baicalein 6- <i>O</i> -glucoside, Baicalein 7- <i>O</i> -(6''-malonylglucoside), Chrysin 7- <i>O</i> -glucoside, Scutellarein 4'-methyl ether (cc) (Liu <i>et al.</i> 1993a), Baicalein, Baicalein 7- <i>O</i> -glucoside, 6, 7-Dihydroxy-5-methoxyflavone 7- <i>O</i> -glucoside (cc) (Liu <i>et al.</i> 1993b).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 7- <i>O</i> -rhamnoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glucosyl (1→2) rhamnosyl (1→6) galactoside-7- <i>O</i> -rhamnoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosyl (1→6) galactoside-7- <i>O</i> -rhamnoside (wp) (Liu <i>et al.</i> 1994).
<i>Cereus grandiflorus</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -galactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Hörhammer <i>et al.</i> 1966).
<i>Cereus jamacaru</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Annulatin, Kaempferol, Quercetin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982)
<i>Chamaecereus silvestrii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol, Quercetin (st) (Burret <i>et al.</i> 1982), Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Chiapasias nelsonii</i>

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Cleistocactus variispinus</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol, Quercetin (sp, st) (Burret <i>et al.</i> 1982), Annulatin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Copiapoa chanaralensis</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa echinoides</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa fiedleriana</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa grandiflora</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa malletiana</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa marginata</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa montana</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa rupestris</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa taltalensis</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Copiapoa wagenknechtii</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Coryphantha bumamma</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Denmoza erythrocephala</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Dolichothele longimamma</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Dolichothele sphaerica</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Echinocereus baileyi</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

*Echinocereus chloranthus* var. *chloranthus***Dihydroflavonol**Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).**Flavonol**Kaempferol 3-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Miller 1988), Kaempferol 7-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Leuck and Miller 1982), Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Miller 1988), Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982), Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Iwashina and Ootani 1986).*Echinocereus chloranthus* var. *neocaoillus***Dihydroflavonol**Dihydroflavonol 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).**Flavonol**Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).*Echinocereus dasyacanthus***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Echinocereus davisii***Dihydroflavonol**Dihydroflavonol 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).**Flavonol**Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).*Echinocereus dubius***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Echinocereus engelmannii***Dihydroflavonol**Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).**Flavanone**Eriodictyol 7-*O*-glycoside, Naringenin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).**Flavone**Apigenin 7-*O*-glycoside, Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).**Flavonol**Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).*Echinocereus enneacanthus***Flavone**Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).**Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-diglycoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).*Echinocereus fendleri***Dihydroflavonol**Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).**Flavanone**Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).**Flavone**Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).**Flavonol**Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 7-*O*-glycoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-glucoside,

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

Quercetin 7-*O*-glycoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus fitchii*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus knippelianus*

**Flavonol**  
Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus melanocentrus*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus octacanthus*

**Flavonol**  
Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus pacificus*

**Flavonol**  
Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus papillosus*

**Flavonol**  
Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus pectinatus*

**Flavanone**  
Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).

**Flavone**  
Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 7-*O*-glycoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin triglycoside (fl) (Miller 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus polyacanthus*

**Dihydroflavonol**  
Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Ampelopsin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).

**Flavanone**  
Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).

**Flavone**  
Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 7-*O*-glycoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus reichenbachii*

**Flavanone**  
Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 7-*O*-glycoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 7-*O*-glycoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus rigidissimus*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside, Quercetin triglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus russanthus*

**Dihydroflavonol**  
Dihydroflavonol 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).

**Flavonol**

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).

*Echinocereus salm-dyckianus*  
**Flavonol**  
 Quercetin 7-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus scopulorum*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside, Quercetin triglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus stoloniferus*  
**Dihydroflavonol**  
 Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside, Quercetin triglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus stramineus*  
**Flavanone**  
 Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavone**  
 Luteolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol diglycoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus subinermis*  
**Dihydroflavonol**  
 Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin triglycoside (fl) (Miller 1988), Quercetin 3-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986, Miller 1988), Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus subterraneus*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinocereus triglochidiatus* var. *triglochidiatus*  
**Dihydroflavonol**  
 Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Ampelopsin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavanone**  
 Eriodictyol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 7-*O*-glycoside, Quercetin diglycoside (fl) (Miller 1988).

*Echinocereus triglochidiatus* var. *gurneyi*  
**Dihydroflavonol**  
 Aromadendrin, Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Ampelopsin, Ampelopsin 7-*O*-glycoside, Taxifolin, Taxifolin 7-*O*-glucoside (fl) (Miller and Bohm 1982).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Miller and Bohm 1982).

*Echinocereus viridiflorus* var. *correllii*  
**Dihydroflavonol**  
 Dihydroflavonol 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller

---

-(continued)-



Table 4.

-(continued)-

---

1982).

*Echinocereus viridiflorus* var. *cylindricus*

**Dihydroflavonol**  
Dihydroflavonol 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982).

*Echinocereus viridiflorus* var. *viridiflorus*

**Dihydroflavonol**  
Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Taxifolin 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988).

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Miller 1988), Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Leuck and Miller 1982), Kaempferol 7-*O*-glycoside (fl) (Miller 1988), Quercetin 3-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Miller 1988), Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside (fl) (Leuck and Miller 1982), Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Leuck and Miller 1982, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinofossulocactus coptonogonus*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinofossulocactus hastatus*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinomastus macdowellii*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis bridgesii*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis calochlora*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis eyriesii*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis hamatacantha*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis huotii*

**Flavonol**  
Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis lageniformis*

**Flavonol**  
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Echinopsis mamillosa*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis oxygona*

**Flavonol**  
Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

*Echinopsis polyancistra***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Echinopsis spachiana***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Echinopsis zuccariniana***Flavonol**

Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Epiphyllum anguliger***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Epiphyllum oxypeialum***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Eriocactus leninghausii***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Eriocactus schmannianus***Flavonol**

Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ferocactus acanthodes***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ferocactus glaucescens***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ferocactus histrix***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ferocactus peninsulae***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Ferocactus stainesii***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Glandulicactus uncinatus***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Gymnocactus conothelos***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Gymnocalycium andreae***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Gymnocalycium baldianum***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Gymnocalycium bicolor*

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium bruchii</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium calochlorum</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium cardenasianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium castellanosi</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium chubutense</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium deesizianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium denudatum</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium fleischerianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium fricianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium gibbosum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium guanchinense</i> var. <i>robustius</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium hamatum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium horridispinum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium joosensianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium leeanum</i> var. <i>netrelianum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium leptanthum</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Gymnocalycium mazanense</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

*Gymnocalycium megatae***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium mihanovichii* var. *stenogonum***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium mostii***Flavonol**Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium multiflorum***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium oenanthemum***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium pflanzii***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium platense***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium sagrione***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium schickendantzii***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium sigelianum***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium stuckertii***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium uruguayense***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium valniceianum***Flavonol**Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Gymnocalycium vatteri***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Hamatocactus hamatacantha***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Homalocephala texensis***Flavonol**Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Horridocactus copiapensis***Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Horridocactus curvispinus***Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

*Horridocactus engleri***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus kesselringianus***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus marksianus***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus nigricans***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus paucicostatus***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus rupicolus***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus simulans***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus trapichensis***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Horridocactus tubersulcatus***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Islaya bicolor***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Islaya minor***Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Islaya mollendensis***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Islaya paucispina***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia allegraiana***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia arachnacantha***Flavonol**

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia argentea</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia backebergii</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia binghamiana</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia boliviensis</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia breviflora</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia caespitosa</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia carminantha</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia chrysantha</i> var. <i>hossei</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia chrysochete</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia cinnabarina</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia cylindrica</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia drijveriana</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia emmae</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

*Lobivia famatimensis***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia ferox***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia grandiflora***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia hastifera***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia higginsiana***Flavonol**

Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia huilcanota***Flavonol**

Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia incaica***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia leucomalla***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia leucorhodon***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia leucoviolacea***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia nealeana***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia pentlandii***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia planiceps***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia pseudocachensis***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Lobivia rebutioides*

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia sanguiniflora</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia scoparia</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia vatteri</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia weghaiana</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lobivia wrightiana</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lophophora lewinii</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Lophophora williamsii</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Malacocarpus arechavaletai</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Malacocarpus erinaceus</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mamillopsis senilis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mamillaria elongata</i>	
	<b>Dihydroflavonol</b>
	Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavanone</b>
	Naringenin, Naringenin 7, 4'-dimethyl ether (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Kaempferol (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978), Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Mamillaria hoffmanniana</i>	
	<b>Dihydroflavonol</b>
	Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin (st), Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Mamillaria marksiana</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mamillaria prolifera</i>	

---

-(continued)-



Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mammillaria spinosissima</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mammillaria zeilmanniana</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Matucana blancii</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Matucana ritteri</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mediolobivia aureiflora</i> var. <i>duursmaiana</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mediolobivia orurensis</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mediolobivia pygmaea</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Mediolobivia steinmanii</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Monvillea phatnosperma</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Myrtillocactus geometrisans</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin (st), Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Neobuxbaumia polylopha</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol (st, sp), Quercetin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Neochilenia arocarpa</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neochilenia glabrescens</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neochilenia napina</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria castanea</i>	

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria castaneoides</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria chilensis</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria clavata</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria fusca</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria heteracantha</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria litoralis</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria mamillarioides</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria microsperma</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria multicolor</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria nigrihorrida</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria polyrhaphis</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Neoporteria procera</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria rapifera*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina *et al.* 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria senilis*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria serenana*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina *et al.* 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria subgibbosa*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria taltalensis*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Neoporteria wagenknechtii*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus apricus*  
**Flavonol**  
 Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus herteri*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus mammulosus*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus ottonis*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus pampeanus*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus rutilans*  
**Flavonol**  
 Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

*Notocactus scopa*  
**Flavonol**

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Opuntia acanthocarpa</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark <i>et al.</i> 1980).
<i>Opuntia basilaris</i>	
<b>Dihydroflavonol</b>	
	Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin, Quercetin 3-methyl ether (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Opuntia chlorotica</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia curvospina</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia elatior</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Shabbir and Zaman 1968).
<i>Opuntia fulgida</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark <i>et al.</i> 1980).
<i>Opuntia fumifusa</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Bate-Smith 1962).
<i>Opuntia galapageia</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin (st) (Burret <i>et al.</i> 1982), Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Isokaempferide, Quercetin 3-methyl ether (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Opuntia leuchotricha</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Isorhamnetin glycoside (wp) (Richardson 1978), Kaempferol (st) (Burret <i>et al.</i> 1982), Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978), Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978), Quercetin 3-methyl ether (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Opuntia lindheimeri</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Isorhamnetin 3- <i>O</i> -galactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -robinobioside (fl) (Rösler <i>et al.</i> 1966), Isokaempferide, Kaempferol (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside (fl) (Rösler <i>et al.</i> 1966), Quercetin 3-methyl ether (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Opuntia littoralis</i> var. <i>littoralis</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia littoralis</i> var. <i>martiniana</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia phaeacantha</i> var. <i>discata</i>	
<b>Flavonol</b>	
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia phaeacantha</i> var. <i>major</i>	

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark and Parfitt 1980).
<i>Opuntia quimillo</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Aromadendrin, Taxifolin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Isokaempferide, Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin, Quercetin 3-methyl ether (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Opuntia robusta</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin glycoside, Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Opuntia spinosior</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (fl) (Clark <i>et al.</i> 1980).
<i>Oreocereus variicolor</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Kumatakenin (st) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Parodia aureispina</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia ayopayana</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia buenekeri</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia cardenasii</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia chrysacanthion</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia comarapana</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia gracilis</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia maassii</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia microsperma</i>

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia multicostata</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia nivosa</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia rigidispina</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Parodia sanguiflora</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3-methyl ether (fl) (Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 7- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina <i>et al.</i> 1984, Iwashina and Ootani 1986), Quercetin 3-methyl ether 4'- <i>O</i> -glucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Pereskia aculeata</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol, Quercetin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Pereskia bleo</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Pereskia grandifolia</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Pereskopsis diguetii</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Aromadendrin, Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin, Kaempferol, Quercetin (lv, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin 3-methyl ether (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Pereskopsis porteri</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Pilosocereus palmeri</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
Taxifolin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin (sp), Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Pseudobivia aurea</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Pseudobivia fiebrigii</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Pseudobivia kermesina</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Pseudobivia kratochviliana</i>

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Pseudolobivia longispina</i>	
<b>Flavonol</b>	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -glycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Quiabentia chacoensis</i>	
<b>Flavonol</b>	Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Rebutia calliantha</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia chrysacantha</i> var. <i>elegans</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia fiebrigiana</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia grandiflora</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia hyalacantha</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia krainziana</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia minuscula</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia senilis</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia violaciflora</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia wessneriana</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 7- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rebutia xanthocarpa</i> var. <i>coerulescens</i>	
<b>Flavonol</b>	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Rhipsalis purpusii</i>	
<b>Flavonol</b>	

---

-(continued)-

Table 4.

-(continued)-

---

	Kaempferol, Quercetin (st) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Rhodocactus grandiflorus</i>	
	<b>Flavanone</b>
	Naringenin, Naringenin 7, 4'-dimethyl ether (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavone</b>
	Apigenin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol (iv) (Burret <i>et al.</i> 1982), Quercetin glycoside (iv) (Burret <i>et al.</i> 1981), Rhamnocitrin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
<i>Soehrensia bruchii</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Strombocactus disciformis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Sulcorebutia canigueralii</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Sulcorebutia kruegeri</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Sulcorebutia tiraquensis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Sulcorebutia tunariensis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thelocactus bicolor</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thelocactus fossulatus</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thelocactus goldii</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thelocactus hexaedrophorus</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thelocactus nudilans</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Thrixanthocereus senilis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).
<i>Trichocereus knutnianus</i>	
	<b>Dihydroflavonol</b>
	Aromadendrin (sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).
	<b>Flavonol</b>
	Isorhamnetin (st), Kaempferol, Quercetin (st, sp) (Burret <i>et al.</i> 1982).

---

-(continued)-



Table 4.

-(continued)-

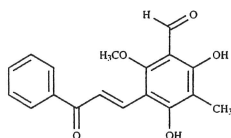
*Turbincarpus pseudomacrolele***Flavonol**Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Weingartia lanata***Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Weingartia pulquinensis***Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).*Weingartia riograndensis***Flavonol**Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (fl) (Iwashina and Ootani 1986).

cc = cell suspension culture, fl = flowers, lv = leaves, sp = spines, st = stems and wp = whole plants.

isorhamnetin を伴って、結晶として細胞内に存在し、黄色色素として働いている (Iwashina *et al.* 1988)。isorhamnetin 以外のメチル化フラボノールとしては isokaempferide (Fig. 2-21) が *Austrocylindropuntia sublata* などから、rhamnocitrin (Fig. 2-56) が *Rhodocactus grandiflorus* から、また annulatin (Fig. 2-2) が *Cereus jamacaru* と *Cleistocactus variispinus* から報告されている (Burret *et al.* 1982)。これらはいずれも遊離の形で刺から分離されている。ポリメチル化されたフラボノールである retusin (Fig. 2-53) は *Ariocarpus retusus* の地上部より遊離の形で分離されている (Domínguez *et al.* 1968)。

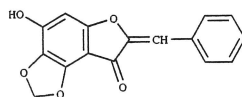
quercetin 3-methyl ether (Fig. 2-51) はウチワサボテンの *Opuntia basilaris* などの茎や刺から遊離の形で分離されているが (Burret *et al.* 1982), 7-*O*-glucoside および 4'-*O*-glucoside の配糖体として花からも報告されている (Iwashina and Ootani 1984)。これらの配糖体としての発生は南米原産の *Austroechinocactinae* 亜連に属する 9 属, すなわち *Copiapoa*, *Gymnocalycium*, *Horridocactus*, *Neoportheria*, *Brasilicactus*, *Notocactus*, *Eriocactus*, *Parodia* および *Neochilenia* に限定されている。

フラボンには 304 種中わずか 9 種から 10 種類が報告されているにすぎない。検出された apigenin (Fig. 3-2), apigenin 7-*O*-glucoside, luteolin 7-*O*-glucoside のうち, apigenin そのものが *Rhodocactus grandiflorus* の刺から検出された (Burret *et al.* 1982) のを除くと, 他の 2 つの配糖体は北米原産の *Echinocereus* 属植物の花からのみ分離されている (Miller 1988)。他の稀なフラボンとしては baicalein (Fig. 3-4) とその 6-*O*-glucoside, 7-*O*-glucoside, 7-*O*-(6''-malonylglucoside), chrysin 7-*O*-glucoside, 6, 7-dihydroxy-5-methoxyflavone (Fig. 3-10) の 7-*O*-glucoside および scutellarein 4'-methyl ether (Fig. 3-22) が報告されている (Table 10)。これらのうち, baicalein そのものがウチワサボテンの仲間の *Austrocylindropuntia sublata* の葉から検出されている (Burret *et al.* 1982) 以外はすべて, *Cephalocereus senilis* のキチンを処理した懸濁培養によって得られたカルスから分離された (Liu *et al.* 1993a, 1993b)。これらのフラボンはいずれも, 菌の侵入に対して植物が合成する抗菌物質, すなわちファイトアレキシン (phytoalexin) として作用すると推定されている (Liu *et al.* 1993b)。この植物の懸濁培養細胞からは, 1 種類の赤色色素が主要成分として分離された。これはオーロン的一种であり, cephalocerone (Fig. 10-1) と命名された (Pare *et al.* 1991)。このフラボノイドはこのサボテンの全草, 特に茎の内部に存在し, やはりファイトアレキシンとして作用していることが判明した。著者の知る限り, ベタレイン系色素を合成する植物群の中で, オー



(1) 3-Formyl-4, 6-dihydroxy-2-methoxy-5-methylchalcone

Fig. 9. Chemical structure of chalcone occurring in betalain-containing families.



(1) Cephalocerone

Fig. 10. Chemical structure of aurone occurring in betalain-containing families.

ロンが報告されたのはこの植物のみである。さらに、懸濁培養細胞からは、やはり稀なフラバノンである (2S)-5, 6, 7-trihydroxyflavanone (Fig. 5-12) と (2S)-6, 7-dihydroxy-5-methoxyflavanone (Fig. 5-3) の 7-O-glucoside も報告されている (Liu *et al.* 1993a, 1993b)。

ちなみにフラバノンは上記 *C. senilis* 以外に、サボテン科からは9種から報告されている。*Mammillaria elongata* と *Rhodocactus grandiflorus* の刺から naringenin (Fig. 5-10) とその 7, 4'-dimethyl ether (Fig. 5-11) が分離された (Burret *et al.* 1982) ほかはすべて *Echinocereus* 属植物の花からで、naringenin と eriodictyol (Fig. 5-6) の 7-O-配糖体と定性されている (Miller 1988)。

サボテン科からはジヒドロフラボノールも報告されている。それらは aromadendrin (= dihydrokaempferol, Fig. 6-2) と taxifolin (= dihydroquercetin, Fig. 6-7) およびそれらの 7-O-配糖体と ampelopsin (= dihydromyricetin, Fig. 6-1) の 7-O-配糖体で、*Cereus jamacaru*, *Cleistocactus variispinus*, *Mammillaria elongata*, *Oreocereus varicolor* など11種の植物の刺から遊離の形で (Burret *et al.* 1982), また *Echinocereus* 属数種の花からは配糖体として報告されている (Leuck and Miller 1982, Miller 1988)。

なお、サボテン科ではカルコン、イソフラボノイド、C-グリコシルフラボンはいまだ報告されていない。

### アカザ科 (Chenopodiaceae)

アカザ科は世界の温帯および亜熱帯を中心に約100属1500種が知られている (Heywood 1978)。多くのものが乾燥地や塩分の多い土地に適応しているが、多肉性のものは少ない。またハウレンソウ (*Spinacia oleracea*) やフダンソウ (*Beta vulgaris*) など、野菜として利用されるものもある。この科ではこれまでにわずか15属52種についてフラボノイドが報告されているにすぎない (Table 5)。このうちの24種までがアカザ属 (*Chenopodium*) 植物である。アカザ科の主要フラボノイドはフラボノールで、フラボンのみが報告されている *Ceratoides* 属を除く14の属で報告されている。アカザ属などの多くの種では一般的な kaempferol と quercetin, 時に isorhamnetin の 3-O-配糖体が主要成分であるが (例えば Richardson 1978, Crawford and Mabry 1978), ハウレンソウでは上記化合物に加えて、6-位がメトキシ化あるいは6-位と7-位とがメチレンジオキシ化された patuletin (Fig. 2-47), axillarin (Fig. 2-5), spinacetin (Fig. 2-57) などの配糖体が多量に含まれている (Aritomi and Kawasaki 1984, Aritomi *et al.* 1986, Ferreres *et al.* 1997 など)。これらのフ

Table 5. The reports of flavonoids in the family Chenopodiaceae

<i>Species</i>	<b>Flavonoid classes</b>
	Flavonoids
<i>Arthrocnemum fruticosum</i>	<b>Flavonol</b> Isorhamnetin glycoside (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Atriplex canescens</i>	<b>Flavone</b> Tricin (wp) (Sanderson <i>et al.</i> 1988).
<i>Atriplex halimus</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Atriplex hortensis</i> var. <i>hortensis</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Atriplex hortensis</i> var. <i>rubra</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Bate-Smith 1962, Richardson 1978).
<i>Atriplex nitens</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Axyris amaranthoides</i>	<b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962)
<i>Beta corolliflora</i>	<b>Isoflavonoid</b> Betavulgarin (lv, st) (Richardson 1981).
<i>Beta lomatogona</i>	<b>Isoflavonoid</b> Betavulgarin (lv, st) (Richardson 1981).
<i>Beta procumbens</i>	<b>Isoflavonoid</b> Betavulgarin (lv, st) (Richardson 1981).
<i>Beta trigyna</i>	<b>Flavonol</b> Quercetin glycoside (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981). <b>C-Glycosylflavone</b> Isoorientin, Orientin (wp) (Richardson 1978), Vitexin (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981). <b>Isoflavonoid</b> Betavulgarin (sd) (Richardson 1981).
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>maritima</i> (ハマフダンソウ)	<b>Flavanone</b> Betagarin (lv) (Richardson 1981). <b>Flavonol</b> Kaempferol glycoside, Quercetin gluconide (lv) (Bate-Smith 1962). <b>Isoflavonoid</b> Betavulgarin (lv, st) (Richardson 1981).
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>rubra</i> (ビート)	<b>Flavonol</b> Isorhamnetin 3- <i>O</i> -gentiobioside (lv) (Dijoux <i>et al.</i> 1995). <b>C-Glycosylflavone</b> Isovitexin 2''- <i>O</i> -rhamnoside, Isovitexin 2''- <i>O</i> -xyloside (lv) (Dijoux <i>et al.</i> 1995).
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>saccharifera</i>	<b>Flavonol</b> Isorhamnetin 3- <i>O</i> -gentiobioside (lv) (Dijoux <i>et al.</i> 1995).

Table 5.

-(continued)-

---

<b>C-Glycosylflavone</b>
Isovitexin 2''-O-rhamnoside, Isovitexin 2''-O-xyloside (lv) (Dijoux <i>et al.</i> 1995).
<b>Isoflavonoid</b>
5, 2'-Dihydroxy-6, 7-methylenedioxyisoflavone (sd) (Chiji <i>et al.</i> 1986).
<i>Beta vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (フダンソウ)
<b>Dihydroflavonol</b>
3, 5-Dihydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone (rt) (Takahashi <i>et al.</i> 1987), Dihydroisorhamnetin, 3-Hydroxy-5-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavanone (rt) (Elliger and Halloin 1994).
<b>Flavanone</b>
Betagarin (lv, rt) (Geigert <i>et al.</i> 1973, Johnson <i>et al.</i> 1976, Martin 1977, Richardson 1981, Takahashi <i>et al.</i> 1987), Dihydrorooxylin (rt) (Takahashi <i>et al.</i> 1987).
<b>Flavone</b>
5-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavone (rt) (Takahashi <i>et al.</i> 1987), 5-Methoxy-6, 7-methylenedioxyflavone (rt) (Elliger and Halloin 1994).
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978), Quercetin glucoside (lv) (Gardner <i>et al.</i> 1967).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Isoorientin, Orientin (wp) (Richardson 1978), Vitexin xylosylglucoside (lv) (Gardner <i>et al.</i> 1967).
<b>Isoflavonoid</b>
Betavulgarin (lv, st) (Geigert <i>et al.</i> 1973, Johnson <i>et al.</i> 1976, Martin 1977, Richardson 1981, Takahashi <i>et al.</i> 1987), Irisone B (rt) (Takahashi <i>et al.</i> 1987), Betavulgarin 2'-O-glucoside, Betavulgarin 2'-O-xyloside (rt) (Elliger and Halloin 1994).
<i>Ceratooides lanata</i>
<b>Flavone</b>
Tricin, 5, 7, 4'-Trihydroxy-6, 3', 5'-trimethoxyflavone (wp) (Sanderson <i>et al.</i> 1988).
<i>Ceratooides latens</i>
<b>Flavone</b>
Tricin, 5, 7, 4'-Trihydroxy-6, 3', 5'-trimethoxyflavone (wp) (Sanderson <i>et al.</i> 1988).
<i>Chenopodium album</i> (シロザ)
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Chenopodium amaranticolor</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3-O-glycoside, Quercetin 3-O-glycoside, Quercetin 3-O-rutinoside (lv) (Reznik 1957).
<i>Chenopodium ambrosioides</i> (アリタソウ)
<b>Flavone</b>
Jaceosidin (lv) (Harborne and Baxter 1999), 7, 3', 4'-Trihydroxy-6-methoxyflavone 7-O-rhamnoside-3'-O-xyloside (fr) (Kamil <i>et al.</i> 1992).
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin, Kaempferol (fr) (Jain <i>et al.</i> 1990), Kaempferol 7-O-rhamnoside (lv) (有澤ら 1971), Kaempferol 3-O-rhamnoside-4'-O-xyloside, Kaempferol 3-O-rhamnoside-7-O-xyloside, Quercetin (fr) (Jain <i>et al.</i> 1990), Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Chenopodium atrovirens</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3-O-rutinoside, Quercetin 3-O-rhamnosyldiglycoside, Quercetin 3-O-triglycoside, Acylated quercetin 3-O-triglycoside, Quercetin 3, 3'-O-glycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (wp) (Bate-Smith 1962, Burret <i>et al.</i> 1981).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Unknown C-glycosylflavone (wp) (Richardson 1978).
<i>Chenopodium botrys</i>
<b>Flavone</b>
Hispidulin, 6-Hydroxyluteolin 6, 7, 3', 4'-tetramethyl ether, Salvigenin, Scutellarein tetramethyl ether, Sinensetin (wp) (de Pascual-T. <i>et al.</i> 1981).
<i>Chenopodium cycloides</i>

---

-(continued)-

Table 5.

-(continued)-

---

<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium desiccatum</i> var. <i>desiccatum</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium desiccatum</i> var. <i>leptophylloides</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Acylated quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Quercetin 3, 3'- <i>O</i> -glycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium ficifolium</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Chenopodium flabellifolium</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glycoside (lv) (Crawford and Evans 1978).
<i>Chenopodium fremontii</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -arabinoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -galactoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -robinobioside, Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -galactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosyl (1→2) galactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -robinobioside, Kaempferol 3- <i>O</i> -sophoroside, Quercetin 3- <i>O</i> -arabinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -galactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -robinobioside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -sophoroside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -galactoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -glucoside, Rhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside (lv) (Crawford and Mabry 1978).
<i>Chenopodium giganteum</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Unknown C-glycosylflavone (wp) (Richardson 1978).
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Chenopodium graveolens</i>
<b>Flavone</b>
Chrysin (wp) (Harborne and Baxter 1999).
<i>Chenopodium hians</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium incognitum</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Acylated quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Quercetin 3, 3'- <i>O</i> -glycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium leptophyllum</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldiglycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Acylated quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside, Quercetin 3, 3'- <i>O</i> -glycoside (lv) (Crawford 1975).
<i>Chenopodium murale</i>
<b>Flavonol</b>
Myricetin glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978), Herbacetin, Kaempferol, Kaempferol 7- <i>O</i> -rhamnoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside-7- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3, 7-di- <i>O</i> -rhamnoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnoside-7- <i>O</i> -xylosyl (1→2) rhamnoside (ap) (El-Sayed <i>et al.</i> 1999).
<i>Chenopodium neomexicanum</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylgalactoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosyldigalactoside (lv) (Crawford and Evans 1978).
<i>Chenopodium opulifolium</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Chenopodium pallescens</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -diglycoside, Quercetin 3- <i>O</i> -triglycoside (lv) (Crawford 1975).

---

-(continued)-

Table 5.

-(continued)-

*Chenopodium pallidicaule***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-robinobioside, Isorhamnetin 3-*O*-rutinoside, Isorhamnetin 3-*O*-(2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside), Isorhamnetin 3-*O*-apiosyl (1→2) rhamnosyl (1→6) glucoside, Kaempferol 3-*O*-robinobioside, Quercetin 3-*O*-rutinoside, Quercetin 3-*O*-(2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside), Quercetin 3-*O*-(2''-*O*-apiosyl-6''-*O*-rhamnosylglucoside), Quercetin 3-*O*-apiosyl (1→2) rhamnosyl (1→6) galactoside (sd) (Rastrelli *et al.* 1995).

*Chenopodium polyspermum***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Chenopodium quinoa* (クイノア)**Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-apiosyl (1→2) galactoside, Kaempferol 3-*O*-apiosyl (1→2) rhamnosyl (1→6) galactoside, Kaempferol 3-*O*-(2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside) (sd) (De Simone *et al.* 1990).

*Chenopodium subglabrum***Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-rutinoside, Quercetin 3-*O*-rutinoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosyldigluconide (lv) (Crawford 1975).

*Dysphania littoralis***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Hablitzia tannoides***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).

*Honckenya peploides***Flavonol**

Kaempferol glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Kochia scoparia* (ホウキギ)**Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).

*Rhagodia nutans***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Burret *et al.* 1981).

*Salicornia europaea* (アッケシソウ)**Flavanone**

2'-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone (ap) (Arakawa *et al.* 1982).

**Flavonol**

Quercetin 3-*O*-(6''-malonylglucoside) (wp) (Geslin et Verbist 1985).

**Isoflavonoid**

7, 2'-Dihydroxy-6-methoxyisoflavone, 2'-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyisoflavone (ap) (Arakawa *et al.* 1982).

*Salsola kali* (ノハラヒジキ)**Flavonol**

Isorhamnetin 3-*O*-glucoside, Isorhamnetin 3-*O*-rutinoside (ap) (Tomás *et al.* 1985).

*Salsola somalensis***Isoflavonoid**

5, 3'-Dihydroxy-2'-methoxy-6, 7-methylenedioxyisoflavone, 5, 3'-Dihydroxy-6, 7, 8, 2'-tetramethoxyisoflavone, 5, 3'-Dihydroxy-7, 8, 2'-trimethoxyisoflavone (rt) (Woldu and Abegaz 1990).

*Spinacia oleracea* (ホウレンソウ)**Flavonol**

Kaempferol 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rutinoside (ap) (Boguslavskaya *et al.* 1991), Patuletin (lv, pl) (Zane and Wender 1961, Wiermann *et al.* 1981, Ferreres *et al.* 1997), Patuletin 7-*O*-glucoside (lv) (Aritomi and Kawasaki 1984), Patuletin 3-*O*-gentiobioside, Patuletin 3-*O*-glucosyl (1→6) [apiosyl (1→2) glucoside] (lv) (Aritomi *et al.* 1986, Ferreres *et al.* 1997), Patuletin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1→6) [apiosyl (1→2) glucoside] (lv) (Ferreres *et al.* 1997), Axillarin 4'-*O*-glucuronide (lv) (Wagner *et al.* 1977, Aritomi *et al.* 1986), Jaceidin 4'-*O*-glucuronide, 5, 3', 4'-Trihydroxy-3-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavanone 4'-*O*-glucuronide, 5, 4'-Dihydroxy-3, 3'-dimethoxy-6, 7-methylenedioxyflavanone 4'-*O*-glucuronide

-(continued)-

Table 5.

-(continued)-

(lv) (Aritomi and Kawasaki 1984, Ferreres *et al.* 1997), 3, 5, 7, 4'-Tetrahydroxy-6-methoxyflavone (pl) (Wiermann *et al.* 1981), Spinacetin (lv, pl) (Zane and Wender 1961, Saunders and McClure 1976, Wiermann *et al.* 1981), Spinacetin 3-*O*-gentiobioside (Aritomi *et al.* 1986, Ferreres *et al.* 1997), Spinacetin 3-*O*-glucosyl (1→6) [apiosyl (1→2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-*p*-coumaroylglucosyl) (1→6) [apiosyl (1→2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1→6) [apiosyl (1→2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1→6) glucoside (lv) (Ferreres *et al.* 1997).

*Suaeda fruticosa***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).

ap = aerial parts, fr = fruits, lv = leaves, pl = pollen, rt = roots, sd = seeds, st = stems and wp = whole plants.

ラボノールはいずれも葉や全草から分離されているが、*Chenopodium quinoa* では食用にされている種子から、糖としてアピオースを結合したフラボノールの kaempferol 3-*O*-apiosyl (1→2) galactoside や kaempferol 3-*O*-apiosyl (1→2) rhamnosyl (1→6) galactoside などが報告されている (De Simone *et al.* 1990)。

フラボンは7種の植物から報告されている。これらは apigenin や luteolin のような植物界に広く分布しているようなものではなく、いずれも特殊なものである。フダンソウの根から分離されたものは2種類のメチレンジオキシル化されたフラボン、5-hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavone (Fig. 3-15) および 5-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavone (Fig. 3-18) で、これらはファイトアレキシンとして機能している (Takahashi *et al.* 1987, Elliger and Halloin 1994)。

2種の *Ceratoides* 属植物、*C. lanata* と *C. latens* からはともに、全草からメトキシル化されたフラボンの tricin (Fig. 3-25) と 5, 7, 4'-trihydroxy-6, 3', 5'-trimethoxyflavone (Fig. 3-27) が報告されている (Sanderson *et al.* 1988)。これらは配糖体として含まれており、他のアカザ科植物からは見出されていない。

3種のアカザ属植物、すなわちアリタソウ (*Chenopodium ambrosioides*)、*C. botrys* および *C. graveolens* からもフラボンが分離されているが、それらもやはり jaceosidin (Fig. 3-16), salvigenin (Fig. 3-21), hispidulin (Fig. 3-13) などの6-メトキシル化フラボン (前2種, Kamil *et al.* 1992, de Pascual-T. *et al.* 1981) やシンプルなフラボン (chrysin) (Harborne and Baxter 1999) で、一般的な構造のものは見出されない。これらについてもその化学構造からみてファイトアレキシンの働きを有していると推定される。

このようなフラボンに加えて、*C*-グリコシルフラボンもフダンソウとその変種など6種類のアカザ科植物の葉などから検出されているが、それらは上記のものとは異なり、広く植物界で見出される isovitexin, vitexin, isoorientin, orientin とそれらの *O*-配糖体である (Richardson 1978, Dijoux *et al.* 1995 など)。

イソフラボノイドはフダンソウ属 (*Beta*) 9種の根、種子、茎、葉などから分離されている (Richardson 1981 など)。含まれているのは2'-位に水酸基、5'-位にメトキシル基を有し、6'-位と7'-位がメチレンジオキシル化された特異な構造の betavulgarin (Fig. 8-2) で、ファイトアレキシンとして働いている。またフダンソウの根とビート (*B. vulgaris* var. *rubra*) の種子からはその他に irisone B (Fig. 8-13) が (Takahashi *et al.* 1987, Chiji *et al.* 1986)、また前者からはさらに betavulgarin の 2'-*O*-glucoside と 2'-*O*-xyloside も分離されている (Elliger and Halloin 1994)。これらもまたファイトアレキシンと考えられる。

アッケシソウ (*Salicornia europaea*) の地上部とオカヒジキ属 (*Salsola*) の *S. somariensis* の根からも、2'-位が置換され、さらにメトキシル化あるいはメチレンジオキシル化されたイソフラ

Table 6. The reports of flavonoids in the family Didiereaceae

<i>Species</i>
<b>Flavonoid classes</b>
Flavonoids
<i>Alluaudia ascendens</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994), Mearnsetin, 6-Methoxymyricetin 3, 4'-dimethyl ether, 6-Methoxymyricetin 4'-methyl ether, Myricetin 3, 4'-dimethyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1979c).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin 2''- <i>O</i> -xyloside, Vitexin X''- <i>O</i> -glycoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<i>Alluaudia comosa</i>
<b>Flavonol</b>
Myricetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin, Vitexin 2''- <i>O</i> -xyloside, Vitexin X''- <i>O</i> -glycoside, Vitexin 7- <i>O</i> -glycoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<i>Alluaudia dumosa</i>
<b>Flavonol</b>
Myricetin glycoside, Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978), (+)-Androyol, (-)-Androyol, Dumosol, 6-Methyl-(+)-androyol, 6-Methyl(-)-androyol (bk) (Rasamoelisendra <i>et al.</i> 1991), 6, 8-Dimethylmyricetin 3, 4'-dimethyl ether, 6-Methylmyricetin 3, 4'-dimethyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1979a), Alluaudiol (bk) (Rabesa et Voirin 1979b), 6-Methylkaempferol 3-methyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1978), 6, 8-Dimethylkaempferol 3, 7-dimethyl ether, 6-Methylkaempferol 3, 7-dimethyl ether (bk) (Rasamoelisendra <i>et al.</i> 1989).
<i>Alluaudia humbertii</i>
<b>Dihydroflavonol</b>
6, 8-Dimethylampelopsin (bk) (Voirin <i>et al.</i> 1986).
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994), 6, 8-Dimethylmyricetin 4'-methyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1979d), 6, 8-Dimethylquercetin 3, 3'-dimethyl ether, 6, 8-Dimethylquercetin 3, 7, 3'-trimethyl ether, 6-Methylquercetin 3, 7, 3'-trimethyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1985), 6, 8-Dimethylmyricetin 3-methyl ether (bk) (Rasamoelisendra <i>et al.</i> 1985).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin, Vitexin 2''- <i>O</i> -xyloside, Vitexin X''- <i>O</i> -glycoside, Vitexin 7- <i>O</i> -glycoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<i>Alluaudia montagnacii</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin 2''- <i>O</i> -xyloside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<b>Flavonol</b>
Quercetin glycoside (wp) (Richardson 1978).
<i>Alluaudia procera</i>
<b>Flavonol</b>
Isorhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin 2''- <i>O</i> -xyloside, Vitexin X''- <i>O</i> -glycoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<i>Alluaudiopsis fiherenensis</i>
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3- <i>O</i> -rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<i>Alluaudiopsis marnieriana</i>
<b>Flavanone</b>
5, 7, 3'-Trihydroxy-4', 5'-dimethoxy-6, 8-dimethylflavanone (bk) (Rabesa and Voirin 1983).
<i>Decaryia madagascariensis</i>
<b>Flavonol</b>
6-Methoxymyricetin 3, 3'-dimethyl ether, 6-Methoxymyricetin 3, 4', 5'-trimethyl ether (bk) (Rabesa et Voirin 1980).
<i>Didierea madagascariensis</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>

-(continued)-



Table 6.

-(continued)-

---

Vitexin 2''-O-xyloside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3-O-rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994), 6, 8-Dimethylkaempferol 3-methyl ether (bk) (Rabesa <i>et al.</i> 1978).
<i>Didierea trollii</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin 2''-O-xyloside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).
<b>Flavonol</b>
Quercetin 3-O-rutinoside (lv) (Iwashina <i>et al.</i> 1994).

---

bk = bark, lv = leaves and wp = whole plants.

ボンが遊離の形で分離されている (Arakawa *et al.* 1982, Woldu and Abegaz 1990)。

イソフラボンと同様にファイトアレキシンとして働くジヒドロフラボノールとフラバノンもフダンソウ属から検出されている。フラバノンとしては、フダンソウとハマフダンソウ (*Beta vulgaris* subsp. *maritima*) の根から betagarin (Fig. 5-1) が (Richardson 1981 など), またフダンソウからはさらに 3, 5-dihydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone (Fig. 6-4) が分離されている (Takahashi *et al.* 1987)。アカザ科でフラバノンが検出された他の唯一の種はアッケシソウで、地上部から 2'-hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone (Fig. 5-4) が検出されている (Arakawa *et al.* 1982)。

ジヒドロフラボノールはフダンソウのみから報告されている。分離されたのは2種類のメチレンジオキシル化されたもの (3-hydroxy-5-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavanone, Fig. 6-6 および 3, 5-dihydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone, Fig. 6-4) と1種類のメトキシル化されたもの (dihydroisorhamnetin, Fig. 6-3) で、いずれも根に遊離の形で存在している (Elliger and Halloin 1994, Takahashi *et al.* 1987)。

以上述べたように、これまで報告されたアカザ科植物の一般的なフラボノイドのほとんどはフラボノールであり、フダンソウ属やアカザ属のごく一部の植物で C-グリコシルフラボンが検出されたにすぎない。一方、分離されたイソフラボノイド、フラボン、フラバノンおよびジヒドロフラボノールのすべてが、メチレンジオキシル化やポリメトキシル化されており、一見して一般的なフラボノイドの生合成経路によって生成されているようには見えない。さらに多くのものが根や種子に含まれており、イソフラボノイドの betavulgarin について指摘されたように、これらのほぼすべてがファイトアレキシン様物質であると考えられる。なお、アントクロル系のカルコンとオーロンについては、これまでアカザ科からは報告されていない。

### ディディエリア科 (Didiereaceae)

ディディエリア科はマダガスカルに固有の科で、*Didierea*, *Alluaudia*, *Alluaudiopsis* および *Decaryia* のわずか4属11種の小さな科である (Heywood 1978)。すべての種で茎が多肉化されており、*Alluaudia dumosa* と *Decaryia madagascariensis* では葉は痕跡程度である。

この科の植物に含まれるフラボノイドは主に Rabesa および Voirin とその共同研究者によって11種すべてから報告されている (Rabesa and Voirin 1983, Rabesa *et al.* 1978, 1980, 1985, 1979a, 1979b, 1979c, Rabesa *et al.* 1978, Rasamoelindra *et al.* 1985, 1989, 1991, Voirin *et al.* 1986)。彼らが分析を行ったのは葉や茎の細胞内に含まれているフラボノイドではなく、いずれも樹皮のワックス中に存在するものであった。したがって、そのすべてが配糖体でなく、遊離の形で、しかもポリメトキシル化かメチル化されている。

主要なフラボノイドはやはりフラボノールで、11種すべてから報告されている (Table 6)。特

Table 7. The reports of flavonoids in the family Nyctaginaceae

<i>Species</i>	
<b>Flavonoid classes</b>	
Flavonoids	
<i>Abronia latifolia</i>	
<b>Isoflavonoid</b>	
Abronisoflavone (ap) (Wollenweber <i>et al.</i> 1993).	
<b>Flavone</b>	
Hispidulin, Luteolin, Nepetin (ap) (Wollenweber <i>et al.</i> 1993).	
<b>Flavonol</b>	
Axillarin, Chrysoepnol D, Quercetin (ap) (Wollenweber <i>et al.</i> 1993).	
<i>Boerhaavia coccinea</i>	
<b>Isoflavonoid</b>	
(–)-4, 11, 12a-Trihydroxy-9-methoxyrotenone, (–)-4, 9, 11, 12a-Tetrahydroxyrotenone (rt) (Messana <i>et al.</i> 1986), Coccineone A, Coccineone B (rt) (Ferrari <i>et al.</i> 1991).	
<i>Boerhaavia diffusa</i> (ナハカノコソウ)	
<b>Flavone</b>	
5, 7-Dihydroxy-6, 8-dimethyl-3', 4'-dimethoxyflavone (rt) (Gupta and Ahmed 1984).	
<b>Flavonol</b>	
Quercetin glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).	
<b>Isoflavonoid</b>	
Boeravinone A, Boeravinone B (rt) (Kadota <i>et al.</i> 1988a), Boeravinone C (rt) (Kadota <i>et al.</i> 1988b, Lami <i>et al.</i> 1990).	
<i>Boerhaavia repens</i>	
<b>Isoflavonoid</b>	
Repenone, Repenol (wp) (Ahmed <i>et al.</i> 1990).	
<i>Bougainvillea glabra</i> (テリハイカダカズラ)	
<b>Flavonol</b>	
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Richardson 1978, Burret <i>et al.</i> 1981).	
<i>Mirabilis longiflora</i> (ナガバナオシロイバナ)	
<b>Flavonol</b>	
Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).	
<b>C-Glycosylflavone</b>	
Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).	
<i>Mirabilis jalapa</i> (オシロイバナ)	
<b>Flavonol</b>	
Kaempferol glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Burret <i>et al.</i> 1981), Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Richardson 1978).	
<b>C-Glycosylflavone</b>	
Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).	
<i>Mirabilis multiflora</i>	
<b>Flavonol</b>	
Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).	
<b>C-Glycosylflavone</b>	
Unknown C-glycosylflavone (lv) (Richardson 1978).	
<i>Mirabilis viscosa</i>	
<b>Flavone</b>	
Acacetin, Apigenin, Apigenin 7, 4'-dimethyl ether, Chrysoeriol, Cirsimaritin, Genkwanin, Luteolin, Velutin (ap) (Wollenweber and Dörr 1996).	
<b>Flavonol</b>	
Betuletol, Ermanin, Isokaempferide, Isorhamnetin, Jaceidin, Kaempferide, Kaempferol, Kaempferol 7, 4'-dimethyl ether, Kaempferol 3, 7, 4'-trimethyl ether, Kumatakenin, Pachypodol, Quercetin 3, 7-dimethyl ether, Quercetin 3, 3'-dimethyl ether, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 7, 3', 4'-trimethyl ether, Retusin, Rhamnazin, Rhamnocitrin (ap) (Wollenweber and Dörr 1996).	
<i>Mirabilis wrightiana</i>	
<b>Flavonol</b>	

-(continued)-

Table 7.

-(continued)-

---

Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Pisonia cuspidata</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<i>Pisonia eggersiana</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).

---

ap = aerial parts, lv = leaves, rt = roots and wp = whole plants.

に多種類のフラボノールが分離されているのは *Alluaudia dumosa* で、中でも特異な構造をしているのが androyol (Fig. 2-3, 4) および 6-methylandroyol (Fig. 2-37, 38) と命名された物質で、基本骨格の 3'-位と 4'-位とがヌチルベン骨格を介して結合しているものである (Rasamoelisendra *et al.* 1991)。このようなポリメトキシル化、ポリメチル化フラボノールはこの科のすべての種の樹皮から分離されているが、葉の細胞内に含まれるものは植物界に広く分布する quercetin 3-O-rutinoside, すなわちルチンである (Iwashina *et al.* 1994)。

フラボンはこの科からは報告されていないが、C-グリコシルフラボンは上記ルチンとともに7種の植物, *Alluaudia ascendens*, *A. comosa*, *A. humbertii*, *A. montagnacii*, *A. procera*, *Didierea madagascariensis* および *D. trollii* の葉から分離されている。その主要成分は vitexin 2''-O-xyloside と同定された (Iwashina *et al.* 1994)。また, *A. comosa* と *A. humbertii* では他の微量の vitexin O-配糖体とともに vitexin そのものも分離されている。樹皮ではこれまでに C-グリコシルフラボンも含め、フラボンは見出されていない。

フラボノールと C-グリコシルフラボン以外のフラボノイドとしてはフラバノンとジヒドロフラボノールの報告がある。前者が分離されたのは *Alluaudiopsis marnieriana* の樹皮からで、5, 7, 3'-trihydroxy-4', 5'-dimethoxy-6, 8-dimethylflavanone (Fig. 5-14) と同定された (Rabesa and Voirin 1983)。この種からはこれまで他のフラボノイドは報告されていない。ジヒドロフラボノールが分離されたのは *Alluaudia humbertii* の樹皮からで、6, 8-dimethylampelopsin (Fig. 6-5) と同定された (Voirin *et al.* 1986)。

以上のように、この科で報告された多くのフラボノイドがメチル化あるいはメトキシル化されたものである。しかし、これらはすべて細胞外浸出物として樹皮のワックスから分離されており、細胞内に含まれるものは一般的なフラボノール O-配糖体とフラボン C-配糖体である。したがって、ディディエレア科でも細胞内では他の植物群で認められるような一般的なフラボノイドの生合成経路が働いていると考えられる。なお、この科からはイソフラボノイド、カルコン、オーロンは報告されていない。

### オシロイバナ科 (Nyctaginaceae)

オシロイバナ科はアメリカの熱帯を中心に30属約290種が分布している (Heywood 1978)。日本には自生種はなく鑑賞用としてオシロイバナ (*Mirabilis jalapa*) が花壇などで、またイカダカズラ (ブーゲンビレア) 属の植物 (*Bougainvillea* spp.) が温室あるいは暖地では野外で栽培されている。

この科のフラボノイドについては、これまでにほとんど報告がなく、わずかに5属 (*Abronia*, *Boerhaavia*, *Bougainvillea*, *Mirabilis* および *Pisonia*) の12種で知られているにすぎず (Table 7)、この科のフラボノイド特性を述べるにはあまりにも資料が少ない。しかし、あえて述べるとすると、葉の細胞内に含まれる主要フラボノイドはフラボノールのようなものである。これまで分析が行わ

Table 8. The reports of flavonoids in the family Phytolaccaceae

<i>Species</i>	
<b>Flavonoid classes</b>	
Flavonoids	
<i>Mohlana nemoralis</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Petiveria alliacea</i>	
	<b>Dihydroflavonol</b>
	Aromadendrin 3- <i>O</i> -rhamnoside, Taxifolin 3- <i>O</i> -rhamnoside (lv) (Monache and Suarez 1992).
	<b>Flavanone</b>
	Leridal, Leridol, Leridol 5-methyl ether (lv) (Monache and Suarez 1992).
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978), Myricetin 3- <i>O</i> -rhamnoside (lv) (Monache and Suarez 1992).
<i>Phytolacca acinosa</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Phytolacca americana</i> (ヨウシュヤマゴボウ)	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -diglycoside (lv) (Saunders and McClure 1976), Quercetin 3- <i>O</i> -arabinoside-7- <i>O</i> -glucoside (lv) (Harborne and Baxter 1999), Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Rhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Rhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -glucoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (lv) (Caulkins and Wyatt 1990).
<i>Phytolacca clavigera</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Bate-Smith 1962), Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Richardson 1978).
<i>Phytolacca dioica</i> (オノンブ)	
	<b>Flavonol</b>
	Ombuin 3- <i>O</i> -rutinoside (lv) (Marini-Bettòlo <i>et al.</i> 1950, Hörhammer <i>et al.</i> 1968), Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Burret <i>et al.</i> 1981).
<i>Phytolacca rigida</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Rhamnetin 3- <i>O</i> -glucoside, Rhamnetin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -glucoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside (lv) (Caulkins and Wyatt 1990).
<i>Phytolacca thyrsoiflora</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol 3- <i>O</i> -glucosyl (1→2) galactoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -lathyroside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -glucosyl (1→2) galactoside, Rhamnocitrin 3- <i>O</i> -lathyroside (lv) (Haraguchi <i>et al.</i> 1988).
<i>Rivina humilis</i> (ジュズサンゴ)	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Bate-Smith 1962).
<i>Rivina purpurascens</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).
<i>Trichostigma peruvianum</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).
	<b>C-Glycosylflavone</b>
	Isoorientin, Orientin (lv) (Richardson 1978).
<i>Villamilla peruviana</i>	
	<b>Flavonol</b>
	Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).

lv = leaves.

Table 9. The reports of flavonoids in the family Portulacaceae

*Species***Flavonoid classes**

## Flavonoids

*Anacampseros rufescens***Flavonol**

Kaempferol glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Anacampseros telephiastrum***Flavonol**

Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978, Nyananyo 1986).

*Calandrinia brevipedata***C-Glycosylflavone**

Vitexin (lv) (Nyananyo 1986)

*Calandrinia ciliata* var. *menziesii***C-Glycosylflavone**

Isovitexin, Vitexin (lv) (Nyananyo 1986).

*Calandrinia compressa***C-Glycosylflavone**

Isovitexin, Vitexin (lv) (Richardson 1978, Nyananyo 1986).

*Calandrinia discolor***C-Glycosylflavone**

Vitexin (lv) (Nyananyo 1986).

*Calandrinia glomerata***C-Glycosylflavone**

Vitexin (lv) (Nyananyo 1986).

*Calandrinia grandiflora***C-Glycosylflavone**

Vitexin (lv) (Richardson 1978, Nyananyo 1986).

*Calandrinia umbellata***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Calyptridium monandrum***C-Glycosylflavone**

Orientin (lv) (Nyananyo 1986).

*Calyptrotheca somalensis***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Calyptrotheca taitense***Flavonol**

Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Ceraria fruticulosa***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Ceraria namaquensis***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Ceraria pigmaea***Flavonol**

Kaempferol glycoside, Quercetin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).

*Claytonia parviflora***Flavonol**Kaempferol 3-*O*-arabinosylglucoside, Kaempferol 3-*O*-diglucoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-arabinosylglucoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosylglucoside (lv) (Miller 1981).*Claytonia perfoliata***Flavonol**

Table 9.

-(continued)-

---

Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylarabinosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -rhamnosylarabinosylglucoside (lv) (Miller 1981).
<i>Claytonia rubra</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylarabinosylglucoside (lv) (Miller 1981).
<i>Claytonia virginica</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinosylrhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside-4'- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -diarabinosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -dirhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glucosylarabinosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -glucosylrhamnosylglucoside, Kaempferol 3- <i>O</i> -rhamnosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -arabinosylglucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -glucoside, Quercetin 3- <i>O</i> -diglucoside, Quercetin triglycoside (lv) (Doyle 1983).
<i>Lewisia tweedyi</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin (lv) (Nyananyo 1986).
<i>Monocosmia corrigioloides</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Nyananyo 1986).
<i>Montia fontana</i> (ヌマハコベ)
<b>C-Glycosylflavone</b>
Isovitexin, Vitexin (lv) (Richardson 1978, Nyananyo 1986).
<i>Portulaca grandiflora</i> (マツバボタン)
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978, Nyananyo 1986).
<i>Portulaca pilosa</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Vitexin (lv) (Nyananyo 1986).
<i>Portulacaria afra</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Nyananyo 1986), Quercetin glycoside (lv) (Bate-Smith 1962, Richardson 1978, Nyananyo 1986).
<i>Silvaea celosoides</i>
<b>Flavone</b>
Apigenin glycoside (lv) (Nyananyo 1986).
<i>Talinopsis frutescens</i>
<b>C-Glycosylflavone</b>
Orientin (lv) (Nyananyo 1986).
<i>Talinum paniculatum</i>
<b>Flavonol</b>
Kaempferol glycoside (lv) (Richardson 1978).

---

lv = leaves.

れ、フラボノールの存在が示された10種のうち、*Boerhaavia diffusa*, *Bougainvillea glabra*, オシロイバナも含めた *Mirabilis* 属 4 種, *Pisonia* 属 2 種の合計 8 種から kaempferol と quercetin, あるいはそのどちらかの配糖体が検出されている (Bate-Smith 1962, Burret *et al.* 1981, Richardson 1981)。しかし、これらはいずれも完全な同定には至っていない。

*Abronia latifolia* と *Mirabilis viscosa* からは多くのメトキシル化フラボノールが遊離の形で分離されている。前者の植物からは axillarin (Fig. 2-5) と chrysosplenol D (Fig. 2-7) および quercetin が (Wollenweber *et al.* 1993), また後者からは kaempferol と quercetin の様々なモノ-, ジ-およびトリ-メチルエーテル, および quercetagenin のトリメチルエーテルである jaceidin (Fig. 2-23) が分離されている (Wollenweber and Dörr 1996)。これらはいずれも、地上部の表面をアセトンで

Table 10. Flavonoids from 9 betalain-containing families

**Aizoaceae****Flavan and Proanthocyanidin (1/51)\***

(+)-Catechin, (-)-Epicatechin, Procyanidin B<sub>2</sub>, Procyanidin B<sub>3</sub>, Procyanidin C<sub>1</sub>, Prodelphinidin B<sub>6</sub>

**Flavanone (1/51)**

7, 8-Dimethoxyflavanone

**Flavone (2/51)**

5, 2'-Dihydroxy-7-methoxy-6, 8-dimethylflavone, Luteolin, Luteolin 7-*O*-glucoside

**Flavonol (50/51)**

Eupalitin, Eupalitin 3-*O*-glucoside, Eupalitin 3-*O*-rutinoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside

**Amaranthaceae****Flavanone (1/20)**

7, 8, 4'-Trihydroxyflavanone

**C-Glycosylflavanone (1/19)**

Aervanone

**Flavone (2/20)**

Baicalein 5, 6-dimethyl ether, Chrysin 7-*O*-galactoside, Oroxylin A

**C-Glycosylflavone (5/20)**

Alternanthin, Isoorientin, Orientin

**Flavonol (17/20)**

5, 7-Dihydroxy-3, 6-dimethoxyflavone, 3, 5-Dimethoxy-6, 7-methylendioxyflavone, Galangin trimethyl ether, Gomphrenol, Isorhamnetin 3-*O*-galactoside, Isorhamnetin 3-*O*-robinobioside, Isorhamnetin 3-*O*-p-coumaroylrhamnosylgalactoside, Isorhamnetin 3-*O*-(4'''-p-coumaroylrhamnosyl) (1 → 6) galactoside, Isorhamnetin 7-*O*-p-coumaroylglucoside, Isorhamnetin 3-*O*-(6''-p-coumaroylglucoside), Isorhamnetin 3-*O*-(3'', 6''-di-p-coumaroylglucoside), Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-(6''-p-coumaroylglucoside), Kaempferol 3-*O*-(3'', 6''-di-p-coumaroylglucoside), Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-rutinoside, 3, 5, 6, 7-Tetramethoxyflavone

**Isoflavonoid (1/20)**

Tlatlancuayin

**Basellaceae****Chalcone (1/4)**

3-Formyl-4, 6-dihydroxy-2-methoxy-5-methylchalcone

**Flavonol (3/4)**

Quercetin glucoside

**C-Glycosylflavone (3/4)**

Isoorientin, Isovitexin, Orientin, Vitexin

**Cactaceae****Aurone (1/304)**

Cephalocerone

**Dihydroflavonol (24/304)**

Ampelopsin 7-*O*-glycoside, Aromadendrin, Aromadendrin 7-*O*-glycoside, Taxifolin, Taxifolin 7-*O*-glycoside

**Flavanone (10/304)**

(2S)-6, 7-Dihydroxy-5-methoxyflavanone 7-*O*-glucoside, Eriodictyol 7-*O*-glycoside, Naringenin, Naringenin 7,4'-dimethyl ether, Naringenin 7-*O*-glycoside, (2S)-5, 6, 7-Trihydroxyflavanone 7-*O*-glucoside

**Flavone (9/304)**

Apigenin, Apigenin 7-*O*-glycoside, Baicalein, Baicalein 6-*O*-glucoside, Baicalein 7-*O*-glucoside, Baicalein 7-*O*-(6''-malonylglucoside), Chrysin 7-*O*-glucoside, 6, 7-Dihydroxy-5-methoxyflavone 7-*O*-glucoside, Luteolin 7-*O*-glucoside, Scutellarein 4'-methyl ether

**Flavonol (304/304)**

Annulatin, Isokaempferide, Isorhamnetin, Isorhamnetin 3-*O*-galactoside, Isorhamnetin 3-*O*-glucoside, Isorhamnetin 3-*O*-robinobioside, Isorhamnetin 3-*O*-rutinoside, Kaempferol, Kaempferol 3, 7-dimethyl ether, Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 7-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-glucosyl (1 → 2) rhamnosyl (1 → 6) galactoside-7-*O*-rhamnoside, Kaempferol 7-*O*-rhamnoside, Kaempferol 3-*O*-

Table 10.

-(continued)-

rhamnosylgalactoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosyl (1 → 6) galactoside-7-*O*-rhamnoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosylglucoside, Quercetin, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 7-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-galactosylglucoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 3-methyl ether 7-*O*-glucoside, Quercetin 3-methyl ether 4'-*O*-glucoside, Quercetin 3-*O*-rutinoside, Retusin, Rhamnocitrin

**Chenopodiaceae****Dihydroflavonol (1/52)**

Dihydroisorhamnetin, 3, 5-Dihydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone, 3-Hydroxy-5-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavanone

**Flavanone (3/52)**

Betagarin, Dihydrooroxylin, 2'-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavanone

**Flavone (6/52)**

Chrysin, Hispidulin, 6-Hydroxyluteolin 6, 7, 3', 4'-tetramethyl ether, 5-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyflavone, Jaceosidin, 5-Methoxy-6, 7-methylenedioxyflavone, 5-Methylsalvigenin, Salvigenin, Sinensetin, Tricin, 5, 7, 4'-Trihydroxy-6, 3', 5'-trimethoxyflavone, 7, 3', 4'-Trihydroxy-6-methoxyflavone 7-*O*-rhamnoside-3'-*O*-xyloside

**Flavonol (43/52)**

Axillarin 4'-*O*-glucuronide, 5, 4'-Dihydroxy-3, 3'-dimethoxy-6, 7-methylenedioxyflavone 4'-*O*-glucuronide, Herbacetin, Isorhamnetin, Isorhamnetin 3-*O*-apiosyl (1 → 2) rhamnosyl (1 → 6) glucoside, Isorhamnetin 3-*O*-arabinoside, Isorhamnetin 3-*O*-(2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside), Isorhamnetin 3-*O*-galactoside, Isorhamnetin 3-*O*-gentiobioside, Isorhamnetin 3-*O*-glucoside, Isorhamnetin 3-*O*-rhamnosyldiglycoside, Isorhamnetin 3-*O*-robinobioside, Isorhamnetin 3-*O*-rutinoside, Jaceidin 4'-*O*-glucuronide, Kaempferol, Kaempferol 3-*O*-apiosyl (1 → 2) galactoside, Kaempferol 3-*O*-apiosyl (1 → 2) rhamnosyl (1 → 6) galactoside, Kaempferol 3-*O*-arabinoside, Kaempferol 3-*O*-(2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside), Kaempferol 3-*O*-galactoside, Kaempferol 3-*O*-glucoside, Kaempferol 7-*O*-rhamnoside, Kaempferol 3, 7-di-*O*-rhamnoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnoside-7-*O*-glucoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnoside-4'-*O*-xyloside, Kaempferol 3-*O*-rhamnoside-7-*O*-xyloside, Kaempferol 3-*O*-rhamnoside-7-*O*-xylosyl (1 → 2) rhamnoside, Kaempferol 3-*O*-rhamnosyl (1 → 2) galactoside, Kaempferol 3-*O*-robinobioside, Kaempferol 3-*O*-sophoroside, 6-Methoxykaempferol, Myricetin glycoside, Patuletin, Patuletin 3-*O*-gentiobioside, Patuletin 7-*O*-glucoside, Patuletin 3-*O*-glucosyl (1 → 6) [apiosyl (1 → 2) glucoside], Patuletin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1 → 6) [apiosyl (1 → 2) glucoside], Quercetin, Quercetin 3-*O*-(2''-*O*-apiosyl-6''-*O*-rhamnosylglucoside), Quercetin 3-*O*-apiosyl (1 → 2) rhamnosyl (1 → 6) galactoside, Quercetin 3-*O*-arabinoside, Quercetin 3-*O*-galactoside, Quercetin 3-*O*-glucoside, Quercetin 3, 3'-*O*-glycoside, Quercetin 3-*O*-(6''-malonylglucoside), Quercetin 3-*O*-rhamnosyldigalactoside, Quercetin 3-*O*-rhamnosyl (2'', 6''-di-*O*-rhamnosylgalactoside), Quercetin 3-*O*-rhamnosyldiglycoside, Quercetin 3-*O*-robinobioside, Quercetin 3-*O*-rutinoside, Quercetin 3-*O*-sophoroside, Quercetin 3-*O*-triglycoside, Acylated Quercetin 3-*O*-triglycoside, Rhamnetin 3-*O*-glucoside, Rhamnocitrin 3-*O*-galactoside, Rhamnocitrin 3-*O*-glucoside, Spinacetin, Spinacetin 3-*O*-gentiobioside, Spinacetin 3-*O*-glucosyl (1 → 6) [apiosyl (1 → 2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-*p*-coumaroylglucosyl) (1 → 6) [apiosyl (1 → 2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1 → 6) [apiosyl (1 → 2) glucoside], Spinacetin 3-*O*-(2''-feruloylglucosyl) (1 → 6) glucoside, 5, 3', 4'-Trihydroxy-3-methoxy-6, 7-methylenedioxyflavone 4'-*O*-glucuronide

**C-Glycosylflavone (6/52)**

Isoorientin, Isovitexin 2''-*O*-rhamnoside, Isovitexin 2''-*O*-xyloside, Orientin, Vitexin, Vitexin xylosylglucoside

**Isoflavonoid (9/52)**

Betavulgarin, Betavulgarin 2'-*O*-glucoside, Betavulgarin 2'-*O*-xyloside, 5, 3'-Dihydroxy-2'-methoxy-6, 7-methylenedioxyisoflavone, 5, 3'-Dihydroxy-7, 8, 2'-trimethoxyisoflavone, 5, 3'-Dihydroxy-6, 7, 8, 2'-tetramethoxyisoflavone, 7, 2'-Dihydroxy-6-methoxyisoflavone, 2'-Hydroxy-6, 7-methylenedioxyisoflavone, Irisone B

**Didiereaceae****Dihydroflavonol (1/11)**

6, 8-Dimethylampelopsin

**Flavanone (1/11)**

5, 7, 3'-Trihydroxy-4', 5'-dimethoxy-6, 8-dimethylflavanone

**Flavonol (11/11)**

Alluaudiol, (+)-Androyol, (-)-Androyol, 6, 8-Dimethylkaempferol 3-methyl ether, 6, 8-Dimethylmyricetin, 6, 8-Dimethylmyricetin 3, 4'-dimethyl ether, 6, 8-Dimethylmyricetin 3-methyl ether, 6, 8-Dimethylmyricetin

-(continued)-



Table 10.

-(continued)-

4'-methyl ether, 6, 8-Dimethylquercetin 3, 3'-dimethyl ether, 6, 8-Dimethylquercetin 3, 7, 3'-trimethyl ether, Dumosol, Isorhamnetin 3-O-rhamnosylglucoside, Mearnsetin, 6-Methoxymyricetin 3, 4'-dimethyl ether, 6-Methoxymyricetin 3, 5'-dimethyl ether, 6-Methoxymyricetin 4'-methyl ether, 6-Methoxymyricetin 3, 4', 5'-trimethyl ether, 6-Methyl-(+)-androyol, 6-Methyl-(-)-androyol, 6-Methylkaempferol 3, 7-dimethyl ether, 6-Methylkaempferol 3-methyl ether, 6-Methylmyricetin 3, 4'-dimethyl ether, 6-Methylquercetin 3, 7, 3'-trimethyl ether, Myricetin 3, 4'-dimethyl ether, Myricetin glycoside, Quercetin 3-O-rutinoside

**C-Glycosylflavone** (7/11)

Vitexin, Vitexin 7-O-glycoside, Vitexin 2''-O-xyloside

**Nyctaginaceae****Flavone** (3/12)

Acacetin, Apigenin, Apigenin 7, 4'-dimethyl ether, Chrysoeriol, Cirsimaritin, 5, 7-Dihydroxy-3', 4'-dimethoxy-6, 8-dimethylflavone, Genkwanin, Hispidulin, Luteolin, Nepetin, Velutin

**Flavonol** (10/12)

Axillarin, Betuletol, Chrysosplenol D, Ermanin, Isokaempferide, Isorhamnetin, Jaceidin, Kaempferide, Kaempferol 7, 4'-dimethyl ether, Kaempferol glycoside, Kaempferol 3, 7, 4'-trimethyl ether, Kumatakenin, Pachypodol, Quercetin, Quercetin 3, 7-dimethyl ether, Quercetin 3, 3'-dimethyl ether, Quercetin glycoside, Quercetin 3-methyl ether, Quercetin 7, 3', 4'-trimethyl ether, Retusin, Rhamnazin, Rhamnocitrin

**C-Glycosylflavone** (3/12)

Unknown C-glycosylflavone

**Isoflavonoid** (4/12)

Abronisoflavone, Boeravinone A, Boeravinone B, Boeravinone C, Coccineone A, Coccineone B, Repenone, Repenol, (-)-4, 9, 11, 12a-Tetrahydroxyrotenone, (-)-4, 11, 12a-Trihydroxy-9-methoxyrotenone

**Phytolaccaceae****Dihydroflavonol** (1/12)

Aromadendrin 3-O-rhamnoside, Taxifolin 3-O-rhamnoside

**Flavanone** (1/12)

Leridal, Leridol, Leridol 5-methyl ether

**Flavonol** (12/12)

Kaempferol 3-O-glucosyl (1 → 2) galactoside, Kaempferol 3-O-xylosyl (1 → 2) galactoside, Myricetin 3-O-rhamnoside, Ombuin 3-O-rutinoside, Quercetin 3-O-arabinoside-7-O-glucoside, Quercetin 3-O-rhamnosylglucoside, Rhamnetin 3-O-glucoside, Rhamnetin 3-O-rhamnosylglucoside, Rhamnocitrin 3-O-glucoside, Rhamnocitrin 3-O-glucosyl (1 → 2) galactoside, Rhamnocitrin 3-O-xylosyl (1 → 2) galactoside, Rhamnocitrin 3-O-rhamnosylglucoside, Rhamnetin 3-O-glucoside

**C-Glycosylflavone** (1/12)

Isoorientin, Orientin

**Portulacaceae****Flavone** (1/28)

Apigenin glycoside

**Flavonol** (17/28)

Kaempferol 3-O-arabinosylglucoside, Kaempferol 3-O-arabinosylglucoside-4'-O-glucoside, Kaempferol 3-O-diarabinosylglucoside, Kaempferol 3-O-diglucoside, Kaempferol 3-O-dirhamnosylglucoside, Kaempferol 3-O-glucosylarabinosylglucoside, Kaempferol 3-O-glucosylrhamnosylglucoside, Kaempferol 3-O-glucoside, Kaempferol 3-O-rhamnosylarabinosylglucoside, Kaempferol 3-O-rhamnosylglucoside, Quercetin 3-O-arabinosylglucoside, Quercetin 3-O-diglucoside, Quercetin 3-O-glucoside, Quercetin 3-O-rhamnosylarabinosylglucoside, Quercetin 3-O-rhamnosylglucoside

**C-Glycosylflavone** (11/28)

Isovitexin, Orientin, Vitexin

\*Numbers of taxa detected/Numbers of taxa investigated.

洗うことによって得られたもので、細胞外浸出物として存在するものである。

フラボンは上記フラボノールが得られた2種の植物からフラボノールと共に分離されている。やはりメトキシル化されたものが多く、*A. latifolia* では hispidulin (Fig. 3-13), luteolin および

nepetin (Fig. 3-19) が (Wollenweber *et al.* 1993), *M. viscolsa* では, apigenin と luteolin のさまざまなモノ-およびジ-メチルエーテルと cirsimaritin (Fig. 3-8) が分離された (Wollenweber and Dörr 1996)。これらも同様に細胞外浸出物である。その他に, *Boerhaavia diffusa* の根から 6-位と 8-位がメチル化された 5, 7-dihydroxy-3', 4'-dimethoxy-6, 8-dimethylflavone (Fig. 3-9) が遊離の形で分離されている (Gupta and Ahmed 1984)。

C-グリコシルフラボンは 3 種のオシロイバナ属植物, すなわちオシロイバナ, *Mirabilis longiflora* および *M. multiflora* の葉からフラボノール配糖体とともに認められているが, 同定には至っていない (Richardson 1978)。

イソフラボノイドは *Abronia latifolia* と 3 種の *Boerhaavia* 属植物, *B. coccinea*, *B. diffusa* および *B. repens* から得られている。*A. latifolia* のイソフラボノイドは B-環では 2'-位にのみ水酸基が結合し, 6-位にメチル基が結合したもので, abronisoflavone (Fig. 8-1) と命名された (Wollenweber *et al.* 1993)。これは他の遊離のフラボンやフラボノールとともに地上部に細胞外浸出物として存在している。

*Boerhaavia* 属植物からのイソフラボノイドはいずれもロテノイド系のイソフラボノイドである。*B. coccinea* の根からは 2 種類の 12a-ヒドロキシロテノン, (-)-4, 11, 12a-trihydroxy-9-methoxyrotenone (Fig. 8-18) および (-)-4, 9, 11, 12a-tetrahydroxyrotenone (Fig. 8-17) (Messana *et al.* 1986) とクマラクロモンの coccineone A (Fig. 8-6) およびロテノンの coccineone B (Fig. 8-7) (Ferrari *et al.* 1991) が, *B. diffusa* の根からは 3 種類のロテノン, すなわち boeravinone A (Fig. 8-3), boeravinone B (Fig. 8-4) および boeravinone C (Fig. 8-5) (Kadota *et al.* 1988a, 1988b, Lami *et al.* 1990) が, また *B. repens* では全草からやはり 2 種類のアセトキシル化されたロテノイド, repenone (Fig. 8-15) と repenol (Fig. 8-14) とが分離されている (Ahmed *et al.* 1990)。これらはいずれも糖は結合しておらず, フェイトアレキシン様物質と考えられる。なお, オシロイバナ科からはフラバノン, ジヒドロフラボノール, カルコン, オーロンは報告されていない。

### ヤマゴボウ科 (Phytolaccaceae)

ヤマゴボウ科はアメリカおよび西インド諸島の熱帯および亜熱帯を中心に 22 属約 125 種が知られている (Heywood 1978)。この科についてもフラボノイドが調査されているのはわずか 6 属 12 種にすぎず, そのすべてからフラボノールが報告されている (Table 8)。一般的な kaempferol と quercetin の配糖体が主要成分であるが, その多くは完全な同定に至っていない。しかし, ヨウシュヤマゴボウ (*Phytolacca americana*) や *Phytolacca ligida* に見られるように, その多くは 3-O-rhamnosylglucoside のような一般的なものと考えられる (Caulkins and Wyatt 1990)。

上記のような一般的なフラボノールとは別に, ヤマゴボウ属植物ではいくつかのメトキシル化されたものが分離されている。例えば, rhamnocitrin (Fig. 2-56) や rhamnetin (Fig. 2-55) はヨウシュヤマゴボウ, *P. rigida* および *P. thyrsoiflora* からさまざまな 3-O-配糖体として (Caulkins and Wyatt 1990, Haraguchi *et al.* 1988), また ombuin (Fig. 2-45) はオンブ (*P. dioica*) から 3-O-rutinoside として分離された (Hörhammer *et al.* 1968)。ヨウシュヤマゴボウについては雑草として広く世界中に分布を広げており, 地理的変異の生じている可能性がある。

フラボンは O-配糖体としてはこの科から報告されていないが, C-グリコシルフラボンとしては熱帯アメリカ原産の *Trichostigma peruvianum* の葉から, フラボノールとともに isoorientin と orientin が検出されている (Richardson 1978)。

その他のフラボノイドとしてはフラバノンとジヒドロフラボノールが南米産の *Petiveria alliacea* の葉から報告されている (Monache and Suarez 1992)。これらのうち特異的なのは 3 種類のフラバノンで, pinocembrin (5, 7-dihydroxyflavanone) を基本骨格とし, 8-位に C-メチル基が,

7-位にメトキシル基が置換され、さらに6-位にアルデヒド基 (-OCH) が結合したもの (leridal, Fig. 5-7), ヒドロキシメチル基 (-CH<sub>2</sub>OH) が結合したもの (leridol, Fig. 5-8), もうひとつは leridol の5-位がメトキシル基で置換されたもの (leridol 5-methyl ether, Fig. 5-9) である。これらの化合物はすべて遊離の状態で存在し、これまでにこの植物以外では知られていない。共存するジヒドロフラボノールは aromadendrin と taxifolin で、ともに 3-O-rhamnoside として存在する。

イソフラボノイド、カルコン、オーロンはヤマゴボウ科からは報告されていない。

### スベリヒユ科 (Portulacaceae)

スベリヒユ科は南アフリカとアメリカを中心に、19属約500種が世界中に分布している (Heywood 1978)。日本ではスベリヒユ (*Portulaca oleracea*) が畑の雑草として広く全土に見られる以外に、ヌマハコベ (*Montia fontana*) が北海道と本州の一部に、オキナワマツバボタン (*Portulaca okinawaensis*) とタイワンスベリヒユ (*Portulaca quadrifida*) が沖縄に自生しているのみである。また、南米原産のマツバボタン (*Portulaca grandiflora*) は鑑賞用として栽培されている。

この科についてもまた14属のわずか28種のみでフラボノイドが調査されているにすぎない。

一般的なフラボノイドはフラボノールで、28種中17種から報告されている (Table 9)。含まれているのは kaempferol と quercetin の両方あるいはどちらかであるが、配糖体レベルでの化学構造についての情報はいずれも断片的である。4種の *Claytonia* 属植物に含まれているフラボノールは *C. virginica* からの kaempferol 3-O-arabinosylglucoside-4'-O-glucoside を除くと、いずれも 3-O-配糖体で、糖としてはグルコース、ラムノースおよびアラビノースがさまざまな組み合わせで結合しているものであった (Miller 1981)。これらについても糖-糖間の結合様式については特定されていない。

フラボノールとともに一般的なものは C-グリコシルフラボンで、*Calandrinia* 属 6種、*Caryptridium monandrum*, *Lewisia tweedyi*, ヌマハコベ, *Portulaca pilosa* および *Talinopsis frutescens* から報告されている (Nyananyo 1986, Richardson 1978)。検出されたのは vitexin, isovitexin, orientin といった植物界に広く分布する化合物である。*Calandrinia* 属では調査された7種中6種で C-グリコシルフラボンのみが検出されており、この属の主要フラボノイドとなっている。

フラボンは *Silvaia celosoides* の葉からやはり植物界に一般的な apigenin の配糖体が検出されているが (Nyananyo 1986)、完全な同定には至っていない。

このように、スベリヒユ科ではフラボノイドに関して、ごく一部が調査されているにすぎず、またほとんどが完全同定ではない。さらにアグリコンレベルでは、そのすべてが植物界に広く分布しているものばかりである。

フラバノン、ジヒドロフラボノール、イソフラボノイド、カルコン、オーロンはこの科からはまだ報告されていない。

これまで述べてきたように、ベタレイン系色素を合成する9つの科で、著者の知る限り、494種でフラボノイドが報告されている (Table 10)。フラボノイドのクラスでは、アントシアニンと裸子植物を中心に分布しているピフラボンを除くすべてのクラスがこれらの科から分離されている。葉や花の細胞内に含まれている主要フラボノイドはすべての科でフラボノールである。しかし、ツルムラサキ科、ディディエレア科およびスベリヒユ科に関しては C-グリコシルフラボンも主要フラボノイドとして共存する。フラボノールと C-グリコシルフラボン以外のフラボノイドのほとんどは一般的な構造のものではなく、しかも遊離の形で存在する。またフラボノールについても遊離の形で存在する場合は、稀なものであることがほとんどである。これらは多くの

場合、根、茎、あるいは葉の細胞外浸出物として見出され、おそらくファイトアレキシンとして機能していると考えられ、また一般的なフラボノイド生成とは異なる経路で生成されると推定される。

フラボノイドのクラスの中で、ベタレインを合成する科で非常に稀なのはフラバンとプロアントシアニジン、それにアントクロル系のカルコンとオーロンである。これらのうち、フラバンとプロアントシアニジンはツルナ科の *Neria meyeri* の葉から (Kolodziej 1983, 1984, Kolodziej and Friedrich 1978), オーロンはサボテン科の *Cephalocereus senilis* の懸濁培養細胞から (Pare *et al.* 1991), またカルコンはツルムラサキ科の *Anredera scandens* の塊茎からのみ分離されている (Calzada *et al.* 1990)。一般的なフラボノイド生成経路を考えた時、上記フラボノイドクラスのうちで、アントシアニンに最も近いのはフラバンおよびプロアントシアニジンである。一般にアントシアニンはフラバノンからジヒドロフラボノール、フラバン 3, 4-ジオールを経てアントシアニンに至ると考えられているので (Heller and Forkmann 1988, Stafford 1990), ベタレインを合成する植物のうち、少なくともツルナ科の *Neria meyeri* はDFRまでは保持していることになる。

ベタレインを合成する植物に含まれるフラボノイドの報告はまだまだ少ないが、これらの植物はアントシアニンの合成能力はないが、これに非常に近い部分 (フラバン 3, 4-ジオール) まで合成することができることは明らかである。またフラボノールまでに至ってはほとんどすべての植物でごく普通に合成できる。

ベタレインを合成する植物がなぜアントシアニンを合成できないかはまだまったく未知のままであるが、これらの植物群に含まれる他のフラボノイドを把握することが、この謎を解く糸口になる可能性もある。

### Summary

The anthocyanins are distributed in almost plant species. On the other hand, the betalain pigments are limited in nine families of the Order Caryophyllales, i.e., Aizoaceae, Amaranthaceae, Basellaceae, Cactaceae, Chenopodiaceae, Didiereaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae and Portulacaceae except Caryophyllaceae and Molluginaceae. However, other flavonoid classes, e.g., flavonols, flavones, isoflavonoids, flavanones, dihydroflavonols, flavane and proanthocyanidins, chalcones and auronones occur in betalain-containing families. In this paper, the distribution and properties of the flavonoids in nine betalain-containing families are reviewed.

### 文 献

- Ahmed, M., B. K. Datta and A. S. S. Rouf, 1990. Rotenoids from *Boerhaavia repens*. *Phytochemistry* **29**: 1709-1710.
- Arakawa, Y., Y. Asada, H. Ishida, H. Chiji and M. Izawa, 1982. Structures of new two isoflavones and one flavanone from glasswort (*Salicornia europaea* L.). *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* **61**: 1-11.
- 有澤宗久・美辺信子・佐伯玲子・高桑徳太郎・中沖太郎, 1971. 未利用資源の研究 (第5報) *Chenopodium* 属 (アカザ属) 植物のフラボノイド成分 その1 アリタソウ *C. ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) のフラボノイドについて. *薬学雑誌* **91**: 522-524.
- Aritomi, M. and T. Kawasaki, 1984. Three highly oxygenated flavone glucuronides in leaves of *Spinacia oleracea*. *Phytochemistry* **23**: 2043-2047.
- , T. Komori and T. Kawasaki, 1984. Flavonol glycosides in leaves of *Spinacia oleracea*. *Phytochemistry* **25**: 231-234.
- Backeberg, C., 1979. *Das Kakteen Lexikon*. Veb Gustav Fischer, Verlag Jena.
- Banerji, A. and G. J. Chintalwar, 1971. Phytoecdysons and a new flavonol glycoside from *Sesuvium portulacastrum* Linn. *Indian J. Chem.* **9**: 1029-1030.

- Bate-Smith, E. C., 1962. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. I. Dicotyledons. J. Linn. Soc. London **B58**: 95-173.
- Bittrich, V. and M. do C. E. Amaral, 1991. Proanthocyanidins in the testa of Centrosperous seeds. Biochem. Syst. Ecol. **19**: 319-321.
- Boguslavskaya, I., T. N. Budnikova and I. V. Kopysheva, 1991. A phytochemical study of *Spinacia oleracea*. Chem. Nat. Comps. **27**: 635. (= Khim. Prir. Soedin. p.719-720, 1991).
- Bouillant, M. L., P. Redolfi, A. Cantisani and J. Chopin, 1978. Gomphrenol, a new methylenedioxyflavonol from the leaves of *Gomphrena globosa* (Amaranthaceae). Phytochemistry **17**: 2138-2140.
- Burret, F., Z. Rabesa, P. Zandonella et B. Voirin, 1981. Contribution biochimique à la systématique de l'ordre des Centrospermales. Biochem. Syst. Ecol. **4**: 257-262.
- , P. Lebreton et B. Voirin, 1982. Les aglycones flavoniques de cactées: Distribution, signification. J. Nat. Prod. **45**: 687-693.
- Buschi, C. A., A. B. Pomilio and E. G. Gros, 1979. A new flavone from *Gomphrena martiana*. Phytochemistry **18**: 1249-1250.
- , ——— and ———, 1980. New methylated flavones from *Gomphrena martiana*. Phytochemistry **19**: 903-904.
- , ——— and ———, 1981. 5, 6, 7-Trisubstituted flavones from *Gomphrena martiana*. Phytochemistry **20**: 1178-1179.
- and ———, 1982. Isorhamnetin 3-O-robinobioside from *Gomphrena martiana*. J. Nat. Prod. **45**: 557-559.
- Calzada, F., R. Mata, R. Bye and E. Linares, 1990. A retrochalcone from *Anredera scandens*. Phytochemistry **29**: 2737-2738.
- Caulkins, D. B. and R. Wyatt, 1990. Variation and taxonomy of *Phytolacca americana* and *P. rigida* in the southeastern United States. Bull. Torrey Bot. Club **117**: 357-367.
- Chiji, H., Y. Arakawa, S. Ueda, M. Kuroda and M. Izawa, 1986. 5, 2'-Dihydroxy-6,7-methylenedioxyisoflavone from seed balls of sugar beet. Phytochemistry **25**: 281-282.
- Clark, W. D., G. K. Brown and R. L. Mays, 1980. Flower flavonoids of *Opuntia* subgenus *Cylindropuntia*. Phytochemistry **19**: 2042-2043.
- and B. D. Perfitt, 1980. Flower flavonoids of *Opuntia* series *Opuntiae*. Phytochemistry **19**: 1856-1857.
- Clement, J. S., T. J. Mabry, H. Wyler and A. S. Dreiding, 1994. Chemical review and evolutionary significance of the betalains. In: Behnke, H.-D. and T. J. Mabry (eds.), Caryophyllales. Evolution and Systematics. Springer-Verlag, Berlin. p. 247-261.
- Crabbé, P., P. R. Leeming and C. Djerassi, 1958. Naturally occurring oxygen heterocyclics. III. The structure of the isoflavone tlatlancuayin. J. Amer. Chem. Soc. **80**: 5258-5263.
- Crawford, D. L., 1975. Systematic relationships in the narrow-leaved species of *Chenopodium* of the western United States. Brittonia **27**: 279-288.
- and K. A. Evans, 1978. The affinities of *Chenopodium flabellifolium* (Chenopodiaceae): evidence from seed coat surface and flavonoid chemistry. Brittonia **30**: 313-318.
- and T. J. Mabry, 1978. Flavonoid chemistry of *Chenopodium fremontii* infraspecific variation and systematic implications at the interspecific level. Biochem. Syst. Ecol. **6**: 189-192.
- De Pascual-T., J., M. S. González, S. Vicente and I. S. Bellido, 1981. Flavonoids from *Chenopodium botrys*. Planta Med. **41**: 389-391.
- De Simone, F., A. Dini, C. Pizza, P. Saturnino and O. Schettino, 1990. Two flavonol glycosides from *Chenopodium quinoa*. Phytochemistry **29**: 3690-3692.
- Dijoux, M. G., C. Lavaud, G. Massiot and L. le Men-Olivier, 1995. Flavonoids from *Beta vulgaris* varieties. Fitoterapia **66**: 189.
- Domínguez, X. A., R. H. Ramírez, O. L. Ugaz, J. D. García and R. Ketcham, 1968. Chemical study of the cactus *Ariocarpus retusus*. Planta Med. **16**: 182-183.
- Döpp, H. and H. Musso, 1973. Isolierung und Chromophore der Farbstoffe aus *Amanita muscaria*. Chem. Ber. **106**: 3473-3482.
- and ———, 1974. Eine chromatographische Analysenmethode für Betalainfarbstoffe in Pilzen und höheren Pflanzen. Z. Naturforsch. **29c**: 640-642.
- , S. Maurer, A. N. Sasaki and H. Musso, 1982. Fliegenpilzfarbstoffe, VIII. Die Konstitution der Musca-aurine. Liebigs Ann. Chem. p. 254-264.
- Doyle, J. J., 1983. Flavonoid races of *Claytonia virginica* (Portulacaceae). Amer. J. Bot. **70**: 1085-1091.
- Elliger, C. A. and J. M. Halloin, 1994. Phenolics induced in *Beta vulgaris* by *Rhizoctonia solani* infection. Phytochemistry **37**: 691-693.
- El-Sayed, N. H., A. S. Awaad, M. S. Hifnawy and T. J. Mabry, 1999. A flavonol triglycoside from *Chenopodium murale*. Phytochemistry **51**: 591-593.
- Ferrari, F., I. Messana and A. E. G. Sant'Ana, 1991. Two new isoflavonoids from *Boerhaavia coccinea*. J. Nat. Prod. **54**: 597-598.

- Ferreres, F., M. Castañer and F. A. Tomás-Barberán, 1997. Acylated flavonol glycosides from spinach leaves (*Spinacia oleracea*). *Phytochemistry* **45**: 1701-1705.
- Fukui, K., T. Matsumoto and S. Nakamura, 1965. The synthesis of tlatlancuayin and some related compounds. *Bull. Chem. Soc. Japan* **38**: 1168-1170.
- Gardner, R. L., A. F. Kerst, D. M. Wilson and M. G. Payne, 1967. *Beta vulgaris* L.: The characterization of three polyphenols isolated from the leaves. *Phytochemistry* **6**: 417-422.
- Garg, S. P., R. Bhushan and R. C. Kapoor, 1979. Chrysin-7-O-galactoside: A new flavonoid from *Aerva persica* Burm. f. *Indian J. Chem.* **17B**: 416-417.
- , ——— and ———, 1980. Aervanone, a new flavanone from *Aerva persica*. *Phytochemistry* **19**: 1265-1267.
- Geigert, J., F. R. Stermitz, G. Johnson, D. D. Maag and D. K. Johnson, 1973. Two phytoalexins from sugarbeet (*Beta vulgaris*) leaves. *Tetrahedron* **29**: 2703-2706.
- Geslin, M. et J.-F. Verbist, 1985. Flavonoides de *Salicornia europaea*. *J. Nat. Prod.* **48**: 111-113.
- Gupta, D. R. and B. Ahmed, 1984. A new C-methylflavone from *Boerhaavia diffusa* Linn. roots. *Indian J. Chem.* **23B**: 682-684.
- Haraguchi, M., M. Motidome and O. R. Gottlieb, 1988. Triterpenoid saponins and flavonol glycosides from *Phytolacca thyrsoiflora*. *Phytochemistry* **27**: 2291-2296.
- Harborne, J. B. and H. Baxter (eds.), 1999. *The Handbook of Natural Flavonoids*, Volume 1. John Wiley & Sons, Chichester.
- Heller, W. and G. Forkmann, 1988. Biosynthesis. In: Harborne, J. B. (ed.), *The Flavonoids: Advances in Research Since 1980*. Chapman and Hall, London. p. 399-425.
- Heywood, V. H., 1978. *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, Oxford.
- Hörhammer L., H. Wagner, H.-G. Arndt und L. Farkas, 1966. Über die Synthese von Isorhamnetinglykosiden, I. Isolierung und Synthese zweier Flavonol-glykoside von *Cereus grandiflorus* Mill. *Chem. Ber.* **99**: 1384-1387.
- , ———, ———, G. Hitzler und L. Farkas, 1968. Über die Synthese von Quercetin-3-glykosiden, II. Synthese des Ombuosids und eine rationelle Synthese von Rutin. *Chem. Ber.* **101**: 1183-1185.
- 岩科 司・大谷俊二・後藤寿明・近藤典生, 1982. 柱サボテン亜科の花におけるフラボノール配糖体の分布およびその化学分類学的知見. *進化生研研究報告* **1**: 83-102.
- Iwashina, T., S. Ootani and K. Hayashi, 1984. Neochilenin, a new glycoside of 3-O-methylquercetin, and other flavonols in the tepals of *Neochilenia*, *Neoporteria* and *Parodia* species (Cactaceae). *Bot. Mag. Tokyo.* **97**: 23-30.
- 岩科 司・大谷俊二・近藤典生, 1985. 柱サボテン亜科植物の花色とそのベタレイン色素の構成. *進化生研研究報告* **2**: 95-118.
- ・近藤典生, 1985. サボテン科植物 *Epiphyllum oxypetalum* (月下美人) の果実の色素成分. *進化生研研究報告* **2**: 119-122.
- Iwashina, T., S. Ootani and K. Hayashi, 1986. Determination of minor flavonol-glycosides and sugar-free flavonols in the tepals of several species of Cereoideae (Cactaceae). *Bot. Mag. Tokyo.* **99**: 53-62.
- and ———, 1986. Distribution of flavonol glycosides and their sugar-free forms in subfamily Cereoideae. *Ann. Tsukuba Bot. Gard.* **4**: 25-42.
- , ——— and K. Hayashi, 1988. On the pigmented spherical bodies and crystals in tepals of cactaceous species in reference to the nature of betalains or flavonols. *Bot. Mag. Tokyo.* **101**: 175-184.
- , Z. A. Rabesa and N. Kondo, 1994. Foliar flavonoids from *Alluaudia humbertii* and *A. comosa*, and their distribution pattern in Didiereaceae. *Res. Inst. Evolut. Biol. Sci. Rep.* **8**: 1-9.
- , 2000. The structure and distribution of the flavonoids in plants. *J. Plant Res.* **113**: 287-299.
- Jain, N., M. S. Alam, M. Kamil, M. Ilyas, M. Niwa and A. Sakae, 1990. Two flavonol glycosides from *Chenopodium ambrosioides*. *Phytochemistry* **29**: 3988-3991.
- Johnson, G., D. D. Maag, D. K. Johnson and R. D. Thomas, 1976. The possible role of phytoalexins in the resistance of sugarbeet (*Beta vulgaris*) to *Cercospora beticola*. *Physiol. Plant Pathol.* **8**: 225-230.
- Kadota, S., N. Lami, Y. Tezuka and T. Kikuchi, 1988a. Boeravinone A and B, new rotenid analogues from *Boerhaavia diffusa* Linn. *Chem. Pharm. Bull.* **36**: 834-836.
- , ———, ——— and ———, 1988b. Structure and NMR spectra of boeravinone C, a new rotenoid analogue from *Boerhaavia diffusa* Linn. *Chem. Pharm. Bull.* **36**: 2289-2292.
- Kamil, M., N. Jain and M. Ilyas, 1992. A novel flavone glycoside from *Chenopodium ambrosioides*. *Fitoterapia* **63**: 230-231.
- Kemp, M. S., R. S. Burden and C. Brown, 1979. A new naturally occurring flavanone from *Tetragonia expansa*. *Phytochemistry* **18**: 1765-1766.
- Khajuria, R. K., K. A. Suri, O. P. Suri and C. K. Atal, 1982. 3, 5, 4'-Trihydroxy-6, 7-dimethoxyflavone 3-glucoside from *Sesuvium portulacastrum*. *Phytochemistry* **21**: 1179-1180.
- Kokpol, U., N. Wannachet-Isara, S. Tip-Pyang, W. Charasiri, G. Veerachato, J. Simpson and R. T. Weavers, 1997. A C-methylflavone from *Trianthema portulacastrum*. *Phytochemistry* **44**: 719-722.

- Kolodziej, H. und H. Friedrich, 1978. Konstitutionsermittlung eines Procyanidins in *Nelia meyeri*. *Planta Med.* **34**: 226-229.
- , 1982. Flavonoide in den Blättern von *Nelia meyeri*. *Planta Med.* **44**: 250-251.
- , 1983. The first naturally occurring 4-aryl flavan-3-ol. *Tetrahedron Lett.* **24**: 1825-1828.
- , 1984. Occurrence of procyanidins in *Nelia meyeri*. *Phytochemistry* **23**: 1745-1752.
- Lami, N., S. Kadota, Y. Tezuka and T. Kikuchi, 1990. Constituents of the roots of *Boerhaavia diffusa* L. II. Structure and stereochemistry of a new rotenoid, boeravinone C. *Chem. Pharm. Bull.* **38**: 1558-1562.
- Leuck, II, E. L. and J. M. Miller, 1982. Pollination biology and chemotaxonomy of the *Echinocereus viridiflorus* complex (Cactaceae). *Amer. J. Bot.* **69**: 1669-1672.
- Liu, Q., R. A. Dixon and T. J. Mabry, 1993a. Additional flavonoids from elicitor-treated cell cultures of *Cephalocereus senilis*. *Phytochemistry* **34**: 167-170.
- , K. R. Markham, P. W. Paré, R. A. Dixon and T. J. Mabry, 1993b. Flavonoids from elicitor-treated cell suspension cultures of *Cephalocereus senilis*. *Phytochemistry* **32**: 925-928.
- , T. J. Mabry and R. A. Dixon, 1994. Flavonol glycosides from *Cephalocereus senilis*. *Phytochemistry* **36**: 229-231.
- Mabry, T. J., H. Wyler, G. Sassu, M. Mercier, I. Parikh and A. S. Dreiding, 1962. Die Struktur des Neobetanidins. Über die Konstitution des Randenfarbstoffes Betanin. *Helv. Chim. Acta* **45**: 640-647.
- Marini-Bettòlo, G. B., V. Deulofeu e E. Hug, 1950. I glucosidi flavonici dell'Ombù (*Phytolacca dioica* L.). Isolamento della quercetina e di una nuova dimetil-quercetina (ombuina). *Gazz. Chim. Ital.* **80**: 63-75.
- Martin, S. S., 1977. Accumulation of the flavonoids betagarin and betavulgarin in *Beta vulgaris* infected by the fungus *Cercospora beticola*. *Physiol. Plant Pathol.* **11**: 297-303.
- Messana, I., F. Ferrari and A. E. G. Sant'Ana, 1986. Two 12a-hydroxyrotenoids from *Boerhaavia coccinea*. *Phytochemistry* **25**: 2688-2689.
- Miller, J. M., 1981. Flavonol glycoside variation in diploids of the *Claytonia perfoliata* complex (Portulacaceae). *Syst. Bot.* **6**: 27-30.
- and B. A. Bohm, 1982. Flavonol and dihydroflavonol glycosides of *Echinocereus triglochidiatus* var. *gurneyi*. *Phytochemistry* **21**: 951-952.
- , 1988. Floral pigments and phylogeny in *Echinocereus* (Cactaceae). *Syst. Bot.* **13**: 173-183.
- Minale, L., M. Piattelli, S. De Stefano and R. A. Nicolaus, 1966. Pigments of Centrospermae-VI. Acylated betacyanins. *Phytochemistry* **5**: 1037-1052.
- Monache, F. D. and L. E. C. Suarez, 1992. 6-C-Formyl and 6-C-hydroxymethyl flavanones from *Petiveria alliacea*. *Phytochemistry* **31**: 2481-2482.
- Nyananyo, B. L., 1986. A survey of leaf flavonoids in the Portulacaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* **14**: 633-635.
- de Pascual-T., J., M. S. González, S. Vicente and I. S. Bellido, 1981. Flavonoids from *Chenopodium botrys*. *Planta Med.* **41**: 389-391.
- Pare, P. W., N. Dmitrieva and T. J. Mabry, 1991. Phytoalexin aurone induced in *Cephalocereus senilis* liquid suspension culture. *Phytochemistry* **30**: 1133-1135.
- Piattelli, M., L. Minale and G. Protta, 1964. Isolation, structure and absolute configuration of indicaxanthin. *Tetrahedron* **20**: 2325-2329.
- , ——— and ———, 1965. Pigments of Centrospermae-III. Betaxanthins from *Beta vulgaris* L. *Phytochemistry* **4**: 121-125.
- Rabesa, Z. A. et B. Voirin, 1978. Un nouvel aglycone C-méthyl flavonique, le C-méthyl-6 O-méthyl-3 kaempferol isole de *Alluaudia dumosa*. *Tetrahedron Lett.* p.3717-3718.
- , ———, J. Favre-Bonvin et P. Lebreton, 1978. Di-C-méthyl-6,8 méthyl-3 kaempferol, nouvel aglycone flavonique isole de *Didierea madagascariensis*. *Phytochemistry* **17**: 1810-1811.
- et ———, 1979a. Sur la présence de trois C-méthyl flavonols nouveaux, dérivés de la méarnsétine chez *Alluaudia dumosa* Drake. *Z. Pflanzenphysiol.* **91**: 183-187.
- et ———, 1979b. C-Méthyl-6 O-méthyl-3 myricetine, nouvel aglycone flavonique isole de *Alluaudia dumosa*. *Phytochemistry* **18**: 692.
- et ———, 1979c. Nouveaux aglycones flavoniques O-méthyles derives de la méarnsétine chez *Alluaudia ascendens*. *Phytochemistry* **18**: 360-362.
- et ———, 1979d. Un nouvel aglycone di-C-méthyl flavonique, la di-C-méthyl-6, 8 O-méthyl-4' myricétine, isolée de *Alluaudia humbertii*. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser.C.* **289**: 167-168.
- et ———, 1980. Deux nouveaux aglycones flavoniques isolés de *Decarya madagascariensis*. *Phytochemistry* **19**: 710-711.
- and ———, 1983. 5, 7, 3'-Trihydroxy-6, 8-di-C-méthyl-4', 5'-diméthoxyflavanone from *Alluaudiopsis marnieriana*. *Phytochemistry* **22**: 2092-2093.
- et ———, 1985. Sur la présence de trois C-méthyl flavonols nouveaux, dérivés de la quercétine, chez *Alluaudia humbertii* Choux (Didieriacées). *C. R. Acad. Sci. Paris Ser. III* **301**: 351-354.
- Rasamoelindra, R., B. Voirin, J. Favre-Bonvin, M. Andriantsiferana et Z. Rabesa, 1985. Di-C-méthyl-6, 8-méthoxy-

- 3-myricétine, flavonoide nouveau isolé de *Alluaudia humbertii* Choux (Didiéacées). Pharmazie **40**: 59-60
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_, 1989. 6-C-Methyl- and 6,8-di-C-methyl-3,7-di-O-methylkaempferol from *Alluaudia dumosa*. Phytochemistry **28**: 1996-1997.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, Z. Rabesa and M. Andriantsiferana, 1991. (+)- And (-)-androyol and 6-C-methylandroyol, dihydrostilbeno-flavonoids from *Alluaudia dumosa*. Phytochemistry **30**: 1665-1667.
- Rastrelli, L., P. Saturnino, O. Schettino and A. Dini, 1995. Studies on the constituents of *Chenopodium pallidicaule* (Cañihua) seeds. Isolation and characterization of two new flavonol. J. Agric. Food Chem. **43**: 2020-2024.
- Reznik, H., 1955. Die Pigmente der Centrospermen als systematisches Element. Z. Bot. **43**: 499-530.
- \_\_\_\_\_, 1957. Die Pigmente der Centrospermen als systematisches Element II. Untersuchungen über das Ionophoretische Verhalten. Planta **49**: 406-434.
- Richardson, M., 1978. Flavonols and C-glycosylflavonoids of the Caryophyllales. Biochem. Syst. Ecol. **6**: 283-286.
- \_\_\_\_\_, M., 1981. Phytoalexin induction in *Beta* and *Spinacia*. Biochem. Syst. Ecol. **9**: 105-107.
- Rösler, H., U. Rösler, T. J. Mabry and J. Kagan, 1966. The flavonoid pigments of *Opuntia lindheimeri*. Phytochemistry **5**: 189-192.
- Saleh, N. A. M., R. M. A. Mansour and K. R. Markham, 1990. An acylated isorhamnetin glycoside from *Aerva javanica*. Phytochemistry **29**: 1344-1345.
- Sanderson, S. C., C. Ge-Ling, E. D. McArthur and H. C. Stutz, 1988. Evolutionary loss of flavonoids and other chemical characters in the Chenopodiaceae. Biochem. Syst. Ecol. **16**: 143-149.
- Saunders, J. A. and J. W. McClure, 1976. The distribution of flavonoids in chloroplasts of twenty five species of vascular plants. Phytochemistry **15**: 809-810.
- Shabir, M. and A. Zaman, 1968. Chemical investigation of the flowers of *Opuntia elatior* (Cactaceae). J. Indian Chem. Soc. **45**: 81.
- Stafford, H. A., 1990. Flavonoid Metabolism. CRC Press, Boca Raton.
- Strack, D., W. Steglich and V. Wray, 1993. Betalains. In: Waterman, P. G. (ed.), Methods in Plant Biochemistry. Volume 8. Alkaloids and Sulphur Compounds. Academic Press, London. p. 421-450.
- Takahashi, H., T. Sasaki and M. Ito, 1987. New flavonoids isolated from infected sugarbeet roots. Bull. Chem. Soc. Japan **60**: 2261-2262.
- Tomás, F., A. Morenilla and F. A. T. Barberán, 1985. Two flavonol glycosides from *Salsola kali*. Fitoterapia **56**: 365-366.
- Voirin, B., R. Rasamoelindra, J. Favre-Bonvin, M. Andriantsiferana and Z. Rabesa, 1986. 6,8-Di-C-methyldihydro-myricetin from *Alluaudia humbertii*. Phytochemistry **25**: 560-561.
- von Ardenne, R., H. Döpp, H. Musso and W. Steglich, 1974. Über das Vorkommen von Muscaflavin bei Hygrocyben (Agaricales) und seine Dihydroazepin-Struktur. Z. Naturforsch. **29c**: 637-639.
- Wagner, H., I. Maurer, L. Farkas and J. Strelisky, 1977. Synthese von Polyhydroxy-Flavonolmethyläthern mit Potentieller Cytotoxischer Wirksamkeit-I. Synthese von Quercetagenin- und Gossypetin-Dimethyläthern zum Strukturbeweis neuer Flavonole aus *Parthenium*-, *Chrysosplenium*-, *Larrea*- und *Spinacia*-Arten. Tetrahedron **33**: 1405-1409.
- Wiermann, R., E. Wollenweber and C. Rehse, 1981. "Yellow flavonols" as components of pollen pigmentation. Z. Naturforsch. **36c**: 204-206.
- Woldu, Y. and B. Abegaz, 1990. Isoflavonoids from *Salsola somalensis*. Phytochemistry **29**: 2013-2015.
- Wollenweber, E., S. Papendieck and G. Schilling, 1993. A novel C-methyl isoflavone from *Abronia latifolia*. Nat. Prod. Lett. **3**: 119-122.
- \_\_\_\_\_, and M. Dörr, 1996. Exudate flavonoids from aerial parts of *Milabilis viscosa* (Nyctaginaceae). Biochem. Syst. Ecol. **24**: 799.
- 安田 齊, 1973. 花色の生理・生化学. 内田老鶴圃新社・東京.
- Zane, A. and S. H. Wender, 1961. Flavonols in Spinach leaves. J. Org. Chem. **26**: 4718-4719.
- Zhou, B.-N., G. Blaskò and G. A. Cordell, 1988. Alternanthin, a C-glycosylated flavonoid from *Alternanthera philoxeroides*. Phytochemistry **27**: 3633-3636.