

## Blomsterfarver i *Alstroemeria*



Forædling af blomsterfarver ud fra kendskab til  
indhold og nedarvning af farvestoffer (anthocyaniner)

Rikke Nørbæk, Lars P. Christensen og Kirsten Brandt  
Afd. for Prydplanter og Vegetabiliske Fødevarer, Forskningscenter Årsløv

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri  
Danmarks JordbrugsForskning

*Alstroemeria* (på dansk inkalilje) er dyrket som snitblomst siden 1950'erne, og blomsten kan have mange forskellige farver. Farvestofferne, der forårsager pink, røde, orange til lilla eller violette farver er anthocyaniner, som hører til flavonoiderne, den største stofgruppe blandt naturligt forekommende fenoler. Kendskab til nedrivningsmønsteret af hvert enkelt anthocyanin og hvilken nuance det forårsager i kronbladene er en hjælp til at fremavle blomster med bestemte farver.

I forskellige arter og sorter af *Alstroemeria* er der mellem 1 og 7 forskellige strukturer af anthocyaniner. På grundlag af farvemålinger og kemiske analyser har vi bestemt sammenhængen mellem kronbladenes farve og de forskellige typer af anthocyaniner. Hvordan hvert enkelt farvestof nedarves blev belyst ved kromatografiske analyser af indholdet af anthocyaniner i afkom og deres forældre. Denne Grøn Viden beskriver, hvordan man kan forædle sig frem til bestemte blomsterfarver ud fra anthocyaninsammenstillingen i forældreplanternes blomster. En række *Alstroemeria* arter og hybrider er bl.a. blevet beskrevet i tidligere numre af Grøn Viden (Havebrug) nr. 100 'Alstroemeria fra Chile' og nr. 120 'Artshybrider i *Alstroemeria*'.

## Dyrkning og produktion af *Alstroemeria* arter og hybrider

25 chilenske *Alstroemeria* arter og 183 hybrider af disse blev dyrket i væksthuse ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Årslev. Hybriderne blev hovedsagelig produceret ved brug af en vævskulturteknik, der hedder kimkultur. Baggrunden for denne teknik, og fremgangsmåden, er nærmere beskrevet i Grøn Viden (Havebrug) nr. 95 'Forædling og artskrydsninger – dyrkning af kim og frøanlæg'.

## Anthocyaniner i *Alstroemeria*

Anthocyaniner er komplicerede polyfenoler, se figur 1. En speciel struktur af anthocyaniner, der giver blomsterne en særlig rød-orange farve, kendes kun fra *Alstroemeria* slægten. Disse såkaldte 6-hydroxyanthocyaniner har en OH-gruppe i 6-positionen

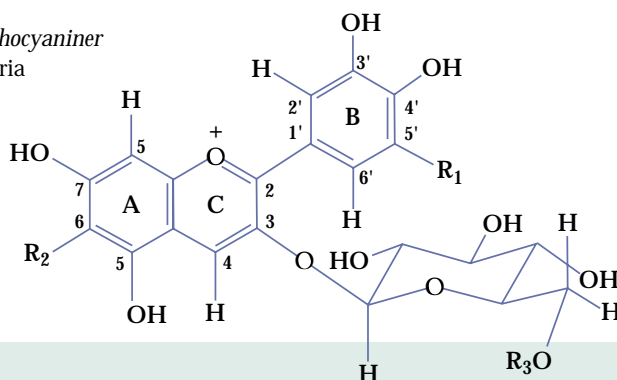
på A-ringen,  $R_2 = \text{OH}$  i figur 1, hvor alle andre kendte anthocyaniner har et H-atom ( $R_2 = \text{H}$ ).

Anthocyaninerne bestemmes ved højtryksvæskechromatografi (HPLC) og fremkommer som separate toppe på et kromatogram ved en detektions-bølgelængde på 530 nm, hvilket svarer til at måle den røde farve, se figur 2. Andre flavonoider, som er farveløse, detekteres ved 360 nm i det ultraviolette område. Hvert farvestof ses som en top med en bestemt placering og størrelsen af toppen viser, hvor meget der er af stoffet, se figur 2.

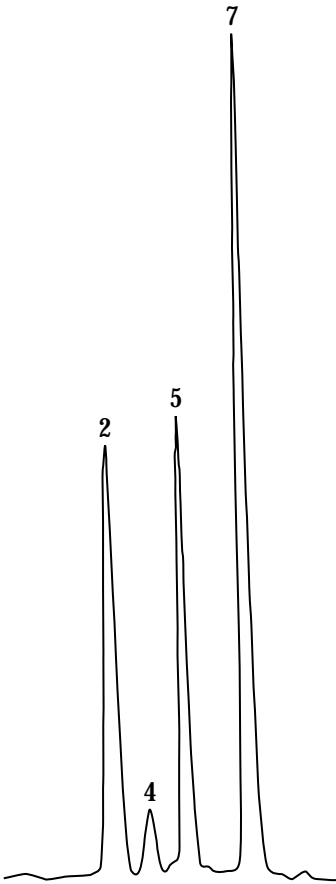
## Måling af farvetone

Overfladefarven på friske kronblade blev målt ved Hunter kolorimetri (HunterLab D25 DP-9000), se foto 1. Farvetonen  $h$  er beregnet på en skala, som

Figur 1. Anthocyaniner i *Alstroemeria* blomsten



- |  |  |
|--|--|
| 1: ( $R_1 = \text{OH}$ ; $R_2 = \text{OH}$ ; $R_3 = \text{rhamnosyl}$ )        | = 6-hydroxydelphinidin 3-rutinosid     |
| 2: ( $R_1 = \text{H}$ ; $R_2 = \text{OH}$ ; $R_3 = \text{rhamnosyl}$ )         | = 6-hydroxycyanidin 3-rutinosid        |
| 3: ( $R_1 = \text{OH}$ ; $R_2 = \text{H}$ ; $R_3 = \text{rhamnosyl}$ )         | = delphinidin 3-rutinosid              |
| 4: ( $R_1 = \text{H}$ ; $R_2 = \text{H}$ ; $R_3 = \text{rhamnosyl}$ )          | = cyanidin 3-rutinosid                 |
| 5: ( $R_1 = \text{H}$ ; $R_2 = \text{OH}$ ; $R_3 = \text{malonyl-rhamnosyl}$ ) | = 6-hydroxycyanidin 3-malonylrutinosid |
| 6: ( $R_1 = \text{OH}$ ; $R_2 = \text{H}$ ; $R_3 = \text{malonyl}$ )           | = delphinidin 3-malonylglukosid        |
| 7: ( $R_1 = \text{H}$ ; $R_2 = \text{H}$ ; $R_3 = \text{malonyl}$ )            | = cyanidin 3-malonylglukosid           |



Figur 2. Udsnit af HPLC kromatogram, der viser fordelingen af anthocyaniner i en tilfældig rød *Alstroemeria* blomst

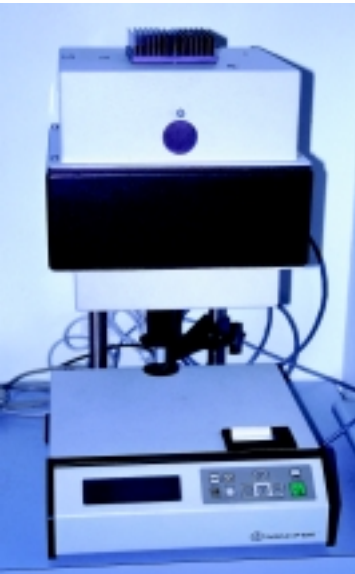


Foto 1. HunterLab udstyr til måling af blomsterfarve

går fra blå (negative værdier) til orange (positive værdier). Kronblade med gule pletter blev ikke målt, da den gule farve skyldes indhold af karotenoider, som der ikke blev analyseret for, se foto 2.

### Sammenhæng mellem blomsterfarve og anthocyaninstruktur

De røde og lilla blomsterfarver i *Alstroemeria* afhænger af bestemte kemiske karakterer, se figur 3.

Procentvis højt indhold af delphinidin anthocyaniner og malonerede anthocyaniner gav anledning til en mere blålig farvetone i blomsterne. Højt indhold af i sig selv farveløse flavonoider gav ligeledes mere blålige blomster, hvilket skyldes co-pigmentering. Ved co-pigmentering er anthocyaninmolekylet beskyttet af omkringliggende flavonoider, så det stabiliseres i en form, der er mere blå end uden denne beskyttelse. Højt indhold af 6-hydroxycyanidiner (anthocyanin 2 og 5) eller cyanidiner (anthocyanin 4 og 7) giver anledning til henholdsvis en rød-orange og en klar rød farve, se figur 1.

### Nedarvningsmønster for anthocyaniner

Det procentvise indhold af de forskellige anthocyaniner i afkomets blomster var i de fleste tilfælde lig gennemsnittet af forældrenes procentvise indhold, medens den samlede anthocyaninkoncentration og anthocyanin-flavonoid forholdet generelt var lidt højere i hybrider end i forældrene. Dog var der 2 arter, *A. pelegrina* og *A. versicolor*, der generelt fik afkom med relativt højt



Foto 2. Den gule farve i *Alstroemeria* illustrerer tilstedeværelsen af karotenoider

indhold af delphinidiner (anthocyanin 3 og 6) selvom de selv havde et lavt indhold, et eksempel på komplementære gener. For at udnytte resultaterne i et forædlingsprogram bør man overveje, hvilke kombinationer af karakterer, der vil give de ønskede blomsterfarver. For at opnå en intens blå-lilla farve må man vælge en forældreplante med højt indhold af pigment og en med et procentvis højt indhold af delphinidiner og malonyl i position  $R_3$  (anthocyanin 3 og 6).

Det bedste valg kunne eksempelvis være at kombinere en genotype med dyb røde blomster (højt indhold af maloneret cyanidin glykosider) med en lys blålig type (højt indhold af delphinidin glykosider). Foto 3 viser netop resultatet af en krydsning mellem den røde *A. pelegrina* og den blå *A. philippii*, hvor afkommet er intens blåfarvet og resultatet af de kemiske analyser er anført i tabel 1. Tilsvarende vil der for at få røde blomsterfarver skulle bruges forældreplanter med højt procentvis indhold af cyanidin glykosider uden malonering eller maloneret 6-hydroxycyanidin glykosider. Orange blomsterfarver kan kun opnås med et procentvist højt indhold af 6-hydroxycyanidiner uden malonering.

Grøn Viden indeholder resultater og erfaringer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere i videste betydning.

Abonnement kan tegnes hos Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50, 8830 Tjele Tlf. 89 99 16 15 / www.agrsci.dk

Prisen for 2001: Markbrugsserien kr. 210, husdyrbrugsserien kr. 150 og havebrugsserien kr. 125.

Adresseændringer meddeles særskilt for de tre serier til postvæsenet.

Redaktør: Anders Correll

Tryk: Rounborgs grafiske hus

ISSN 0903-0719



### Konklusion

- Anthocyaniner forårsager de røde og blå farver i *Alstroemeria* blomsten og kan bestemmes ved højtryksvæskrokromatografi (HPLC)
- Der er sammenhæng mellem den kemiske pigmentstruktur og den aktuelle blomsterfarve målt ved HunterLab
- Kemiske og kolorimetrisk metode anvendt på forældreblomster af *Alstroemeria* kan bruges til at forudsige blomsterfarven på deres afkom. Foreløbige resultater tyder på, at denne metode i et forædlingsprogram vil være tidsbesparende sammenlignet med 1. og 2. generations krydsningsforsøg

$$h = \arctan (b^*/a^*) = 0.573 + 3.044A + 0.005B - 0.079C - 0.010D - 0.028AB + 0.0004CD + 0.001C^2$$

A: (indhold af anthocyanin/indhold af andre flavonoider)

B: procentvis indhold af anthocyanin 2+5

C: procentvis indhold af anthocyanin 3+6

D: procentvis indhold af anthocyanin 5+6+7

AB, CD og C<sup>2</sup>: vekselvirkninger

Figur 3. Matematisk model for blomsterfarve som funktion af indhold af anthocyaniner og flavonoider

Tablet 1. Indhold af anthocyaniner i *Alstroemeria* blomster

Art/hybrid	Anthocyanin							Koncentration
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>A. pelegrina</i>		±	±	+			++	110
<i>A. philippii</i>	±		++	+		++	+	50
Hybrid	±	±	+++	±		+++	+	100

Nummerering 1-7 se figur 1. Anthocyaninkoncentrationer målt i µM

De relative koncentrationer angivet ved +++: høj; ++: mellem; +: lav; ±: spor



Foto 3. Blomster af henholdsvis *Alstroemeria pelegrina*, *A. philippii* og deres afkom