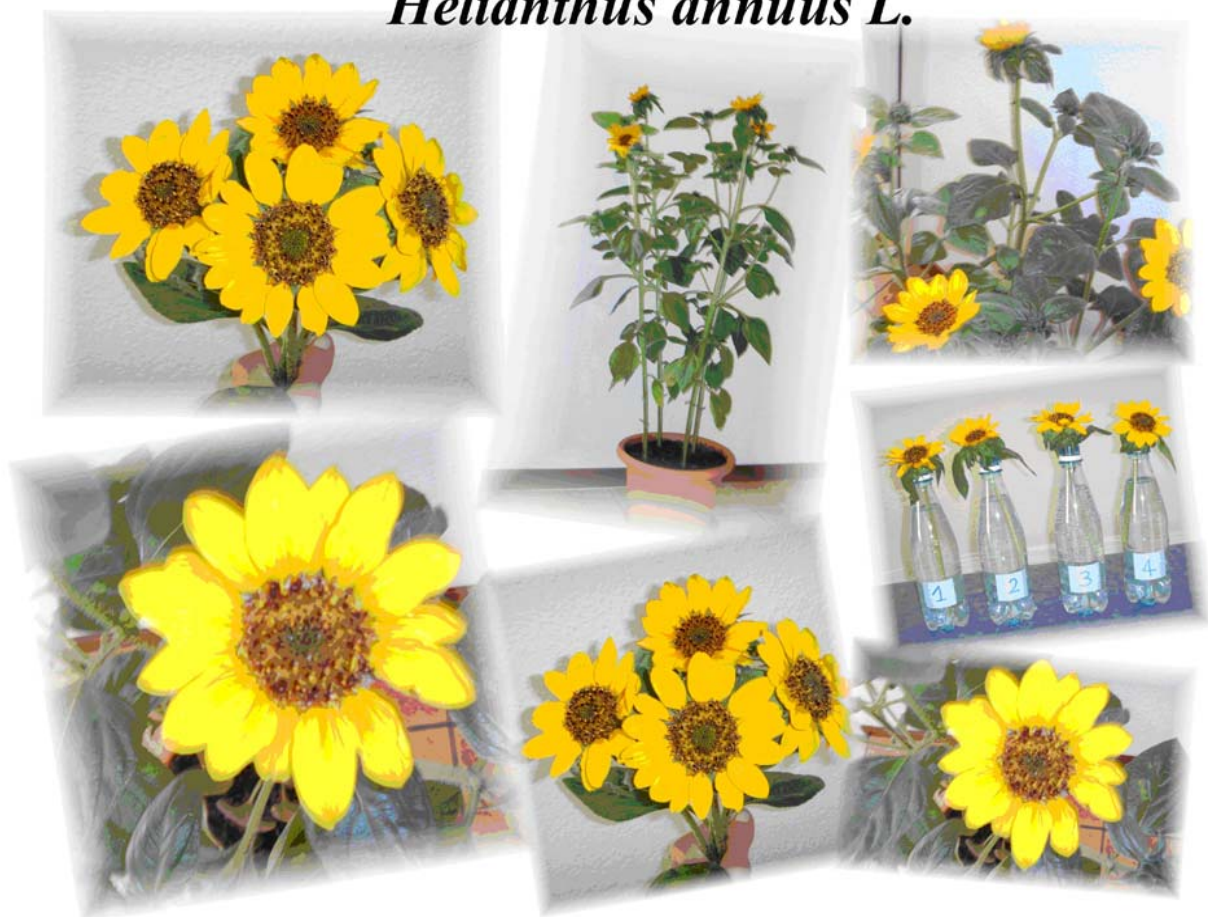


*L'Aspirina<sup>®</sup> : i fili del suo passato, del suo presente e del suo futuro compongono un universo dai confini sconosciuti.*

*Helianthus annuus L.*



*Lavoro di Maturità presentato da  
Maristella Santi, Liceo Lugano1*

## *Abstract*

### ***L'Aspirina®: i fili del suo passato, del suo presente e del suo futuro compongono un universo dai confini sconosciuti.***

Nelle pagine seguenti viene analizzato uno dei farmaci più conosciuti nel mondo: l'Aspirina®, il cui principio attivo è l'acido acetilsalicilico, un derivato dell'acido salicilico.

Seppure la storia dell'acido acetilsalicilico iniziò nel 400 a.C., questo farmaco continua ad essere ancora nel presente oggetto di studio di molti scienziati.

Concepita inizialmente come un medicamento antiflogistico, antipiretico, antidolorifico e utilizzata in seguito nella prevenzione di malattie cardiovascolari, l'Aspirina® è osservata sempre più anche dagli oncologi, che valutano un suo possibile impiego nella chemioprevenzione.

Nel nostro organismo, l'azione dell'Aspirina® è data dalla sua capacità di inibire l'enzima cicloossigenasi acetilandolo, impedendo quindi il legame dell'acido arachidonico nel sito attivo di questo enzima.

Ne consegue l'inibizione della sintesi di prostaglandine - coinvolte nel manifestarsi dell'infiammazione - di prostaciline e di trombossani, implicati nell'attività antiaggregante piastrinica e vasocostrittiva.

Tuttavia il campo d'azione dell'Aspirina® - grazie a molteplici esperimenti iniziati nel corso degli anni '80 del Novecento - sembra poter avere uno sbocco anche nel mondo vegetale. Infatti è stato provato che applicazioni esogene di acido acetilsalicilico e del suo precursore, l'acido salicilico, determinano un rafforzamento delle difese della pianta contro agenti patogeni.

A partire da tale premessa, ho condotto una serie di esperimenti su un determinato campione di fiori di girasole (*Helianthus annuus L.*), per verificare se è possibile considerare questo farmaco un conservante floreale.

In particolar modo viene posto l'accento sulla differenza di effetto tra la somministrazione di una determinata concentrazione di compresse commerciali di Aspirina® (costituite da acido acetilsalicilico e adiuvanti) e la somministrazione del solo principio attivo delle compresse (l'acido acetilsalicilico).

I risultati ottenuti nel corso degli esperimenti - in cui sono stati esaminati parametri strettamente qualitativi e basati sul confronto tra i vasi analizzati - rivelano l'influenza di una determinata dose di compressa commerciale di *Aspirina® istantanea 500* sulla durata della vita di un fiore reciso di girasole. Tale influenza risulta essere in funzione della concentrazione di compressa commerciale.

Tra le diverse concentrazioni utilizzate quella ottimale corrisponde a ½ compressa di *Aspirina® istantanea 500* / L. Infatti se somministrata in questa precisa concentrazione, la compressa commerciale ha la facoltà di agire da conservante floreale per i fiori recisi di girasole.

Per quanto concerne il confronto fra l'effetto della compressa commerciale e del solo principio attivo, dai risultati ottenuti si può concludere che la compressa commerciale è in grado di prolungare maggiormente la durata della vita del fiore reciso rispetto al solo principio attivo; differenza che viene collegata alla presenza degli adiuvanti nella compressa.

Inoltre attraverso l'analisi di un parametro chimico e quantitativo, la misurazione del pH, è stato possibile escludere il ruolo del pH delle soluzioni all'interno dei vasi sull'esito dei risultati ottenuti.

Sebbene i risultati conducano a considerare l'Aspirina® un conservante floreale per i fiori recisi di girasole occorre tenere presente che gli strumenti e il metodo sperimentale qualitativo impiegati negli esperimenti non permettono di chiarire quali siano i fattori che intervengono nell'azione dell'Aspirina® sulla durata della freschezza del fiore reciso. Dunque occorrono ancora molti passi prima di poter considerare questo farmaco anche un conservante floreale.

## Sommario

### ❖ Parte teorica

#### **La chimica e il business dell'Aspirina®**

- Introduzione \_\_\_\_\_ 2
- La storia dell'Aspirina®: la composizione di un intricato puzzle \_\_\_\_\_ 3
- La sintesi dell'acido salicilico e acetilsalicilico \_\_\_\_\_ 4
- Il meccanismo d'azione \_\_\_\_\_ 5
- Il campo d'azione \_\_\_\_\_ 7

### ❖ Parte sperimentale

#### **L'Aspirina®, un conservante floreale?**

- Introduzione \_\_\_\_\_ 8
- Piano di lavoro \_\_\_\_\_ 10
- Esperimento A \_\_\_\_\_ 11
- Esperimento B \_\_\_\_\_ 16
- Esperimento C \_\_\_\_\_ 23
- Esperimento D \_\_\_\_\_ 26
- Schema riassuntivo dei risultati degli esperimenti A, B, C e D \_\_\_\_\_ 28
- Discussione conclusiva dei risultati degli esperimenti A, B, C e D \_\_\_\_\_ 29

### ❖ Conclusioni

#### **Prossimi passi dell'Aspirina® \_\_\_\_\_ 30**

### ❖ Bibliografia \_\_\_\_\_ 31

### ❖ Allegati

- Immagini dei fiori recisi di girasole nel corso degli esperimenti A, B e C
- Il pH
- Sintesi dell'acido acetilsalicilico in laboratorio

*Parte teorica*  
**La chimica e il business dell'Aspirina®**

### **Introduzione**

Grande come una moneta o piccola come un chicco di caffè. Bianca ed insapore oppure colorata e al gusto di frutta. Effervescente o masticabile. Nelle sue numerose varianti l'Aspirina® - il cui principio attivo è l'acido acetilsalicilico - è uno dei farmaci più affermati nel mondo.

Chi non ne ha almeno una confezione nella cassetta dei medicinali? Chi non la considera un'amica fedele, buona per tutte le occasioni?

L'Aspirina® ha oltrepassato la soglia centenaria, tuttavia la sua marcia continua ad essere inarrestabile, rivelatrice di una forte vitalità e versatilità.

Per avere un'idea dell'importanza e della diffusione che l'Aspirina® ha tuttora, forse ancor più che nel passato, basti pensare che ogni anno nei soli Stati Uniti si consumano 16000 tonnellate di questo farmaco, pari a 80 milioni di compresse<sup>1</sup>.

Concepita inizialmente come un farmaco antiflogistico, antipiretico ed antidolorifico, l'Aspirina® continua passo dopo passo ad estendere sempre più le proprie frontiere. Oggi non solo è impiegata nella prevenzione di alcune malattie cardiovascolari, ma è osservata con attenzione anche dagli oncologi, per quanto concerne la chemioprevenzione.

In seguito a molteplici esperimenti, è stato provato che applicazioni esogene di acido acetilsalicilico e del suo precursore, l'acido salicilico, determinano in talune piante una varietà di risposte biologiche, tra le quali il rafforzamento delle difese contro agenti patogeni.

A partire da tale asserzione, prendendo in analisi dei fiori recisi di girasole (*Helianthus annuus L.*), ho condotto una serie di esperimenti per verificare se tale facoltà dell'acido acetilsalicilico - ed eventualmente anche delle compresse commerciali di Aspirina® - può aprire una via per un eventuale impiego del farmaco nel settore floricoltore.

---

<sup>1</sup> Secondo i dati della *U. S. Food and Drug Administration*.

## La storia dell'Aspirina® : la composizione di un intricato puzzle

**Si può paragonare la nascita dell'Aspirina® alla composizione di un puzzle, in cui diversi studiosi - guidati da esperimenti, ricerche ed anche semplici intuizioni - hanno messo un tassello dopo l'altro.**

La storia dell'Aspirina®, che è la storia della corteccia e delle foglie del salice, comincia nel 400 a.C.

È Ippocrate di Kos, considerato il padre della medicina, a dare avvio alla storia del propizio preparato terapeutico. Il medico ateniese consigliava alle partorienti, per vincere il dolore delle doglie, di bere un infuso di foglie di salice o la linfa estratta dalla corteccia di questa pianta, pur ignorando l'azione dell'acido salicilico.

Nel Medioevo l'uso della cottura della corteccia del salice si mantiene solamente nell'ambiente contadino, come rimedio contro i dolori. In seguito il medicamento naturale cade in disuso a causa del veto di raccolta di rami di salice, impiegati per intrecciare i cesti.

È unicamente nel XVIII secolo che rientra in auge questo medicamento, grazie al reverendo inglese Edward Stone. Il sapore amaro della corteccia di salice gli riporta alla mente quello della pianta appartenente al genere *cinchona*, originaria delle Ande, dalla cui corteccia si estrae il chinino, sostanza adoperata per curare la malaria. Il reverendo ha l'idea di sostituire la corteccia da cui si estrae il chinino con quella del salice, non sapendo che, pur abbassando la febbre, non è invece efficace contro il parassita che provoca la malaria.

Dato il crescente utilizzo della corteccia e delle foglie del salice, a partire dai primi anni dell'Ottocento si intensificano gli studi sulle proprietà di questa pianta, nel tentativo di ottenere allo stato puro quella che veniva ritenuta la sua sostanza attiva.

Nel 1828 il professor Johann Andreas Buchner ricava, mediante bollitura della corteccia del salice, una massa gialla che chiama salicina.

Si deve al chimico italiano Raffaele Piria il merito di aver scoperto nel 1856 che dalla salicina si poteva giungere all'acido salicilico, facilitandone l'impiego e aprendo la strada alle future sintesi industriali. Il chimico ne dà comunicazione in due articoli, *Ricerche sulla salicina ed i prodotti che ne derivano* (1838) e *Ricerche di chimica organica sulla salicina* (1845).

Nel 1853 il chimico francese Charles Frédéric Gerhardt sintetizza l'acido acetilsalicilico in forma impura e non stabile. Nel 1869 il residuo viene sintetizzato in una forma più pura da Johann Kraut, ma i costi elevati del procedimento non inducono le aziende a sostenere finanziariamente le ricerche. Nel 1859 Hermann Kolbe, professore di chimica all'università di Magdeburgo, propone la struttura chimica dell'acido salicilico e riesce ad ottenerlo artificialmente a partire dal fenolo.

Ad ogni modo restava sempre il problema del gusto amaro e degli effetti dannosi per la mucosa gastrica e digerente, che limitavano i grandi vantaggi dell'azione dell'acido salicilico. Nel tentativo di migliorare la tollerabilità dell'acido salicilico, pur conservando gli effetti terapeutici, il chimico Felix Hoffmann - impiegato presso l'azienda farmaceutica *Friedrich Bayer & Company* - combina l'acido salicilico con l'acido acetico e il 10 agosto 1897 sintetizza l'acido acetilsalicilico in forma pura e stabile.

Il 6 marzo 1899 l'acido acetilsalicilico viene registrato con il numero 36443 nel registro dei marchi commerciali dell'Ufficio Brevetti Imperiali di Berlino e commercializzato come medicamento antipiretico con il nome di *Aspirina® Bayer*. Sino al termine della Prima Guerra Mondiale la Bayer rimane depositaria del marchio; tuttavia con il Trattato di Versailles (1919) vengono ceduti i diritti esteri a Gran Bretagna e Stati Uniti d'America, a compensazione dei danni di guerra, e la Bayer perde il diritto ad usare il proprio marchio in molte nazioni. Sul mercato iniziano ad apparire quindi "aspirine" prodotte da numerose e diverse case farmaceutiche.

## La sintesi dell'acido salicilico e acetilsalicilico

*Aspirina*<sup>®</sup> è il nome commerciale di un farmaco appartenente alla categoria dei FANS, ossia dei Farmaci Antinfiammatori Non Steroidei. Il suo principio attivo è l'*estere acetico dell'acido salicilico*, anche se frequentemente viene usata la denominazione di *acetilsalicilato*, o *acido acetilsalicilico*.

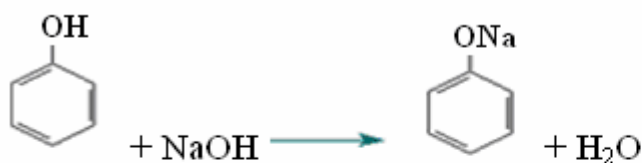
Il precursore dell'acido acetilsalicilico è l'acido salicilico, un acido carbossilico. In natura alcuni suoi derivati sono contenuti in molte piante, che nell'organismo vengono trasformati in acido salicilico.

Ad esempio la corteccia di varie piante appartenenti al genere *Salix* contiene percentuali variabili di glicosidi fenolici (come salicina e salicortina) che sono trasformati per ossidazione nel fegato e nell'intestino in acido salicilico.

In laboratorio è possibile ottenere l'acido salicilico mediante una reazione nota come *sintesi di Kolbe*, che consiste nel trattare il sale di un fenolo con anidride carbonica, sotto pressione, introducendo un gruppo carbossilico sull'anello aromatico (Fig. A; 1-3). È quindi una sostituzione aromatica tra l'anello aromatico, attivato grazie alla presenza del gruppo -OH, e un gruppo carbonilico, in cui la specie elettrofila è il carbonio, che presenta una parziale carica positiva.

Grazie ad una reazione di esterificazione, dall'acido salicilico è possibile giungere all'acido acetilsalicilico (Fig. A; 4). La reazione consiste in una condensazione dovuta ad eliminazione di acido acetico fra l'idrossile legato al gruppo fenile e l'anidride acetica.

1.



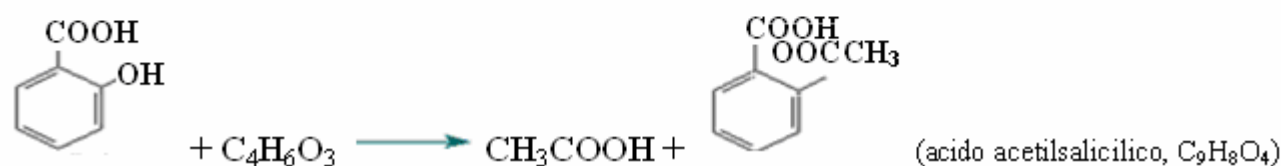
2.



3.



4.



**Fig. A:** Schema di sintesi dell'acido acetilsalicilico in laboratorio.

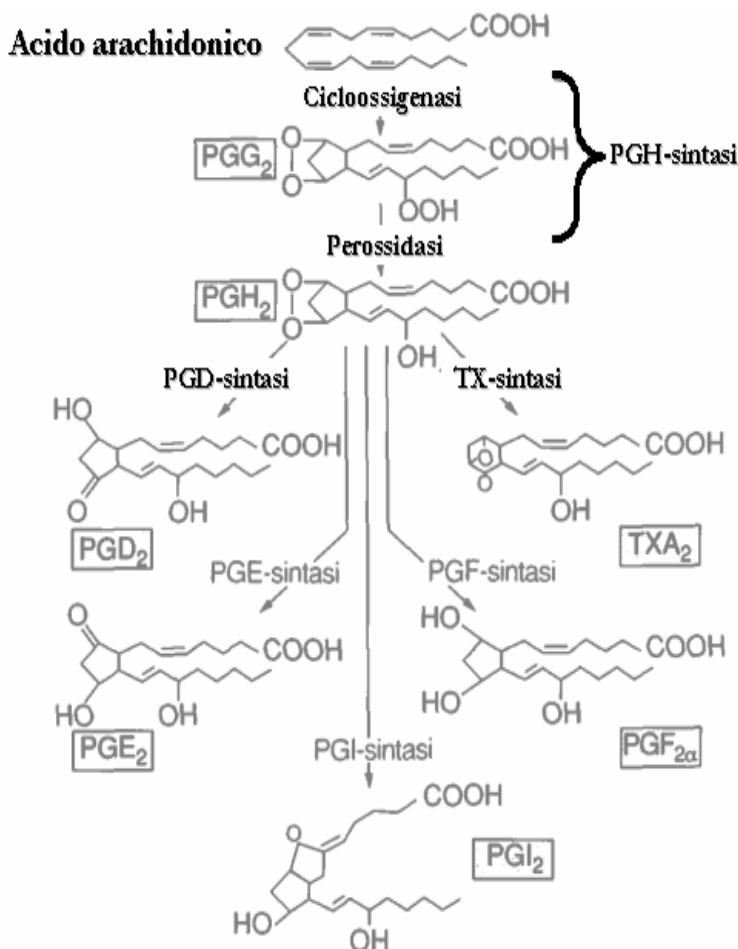
## Il meccanismo d'azione

Seppure le radici dell'acido acetilsalicilico siano molto antiche, è solo nella seconda metà del Novecento che si comprende il suo meccanismo d'azione.

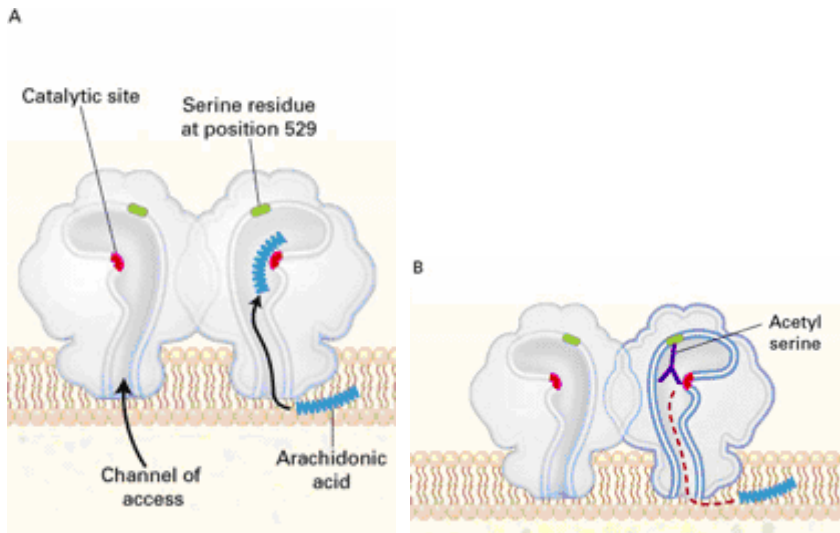
In una ricerca che valse il premio Nobel della medicina, nel 1982 Bergstrom, Samuelsson e Vane dimostrarono che l'Aspirina<sup>®</sup> riesce ad inibire l'enzima cicloossigenasi acetilandolo.

Il nostro organismo utilizza due tipi di enzimi cicloossigenasi: COX-1 e COX-2, entrambi inibiti dall'Aspirina<sup>®</sup>. L'enzima cicloossigenasi aggiunge due molecole di ossigeno all'acido arachidonico, trasformandolo nella prostaglandina endoperossido (PGG<sub>2</sub>), che viene successivamente convertita in PGH<sub>2</sub>. Durante questo passaggio si forma un radicale libero dell'ossigeno. In seguito la PGH<sub>2</sub> viene trasformata enzimaticamente in tre prodotti: nel Trombossano A<sub>2</sub> con attività aggregante piastrinica e vasocostrittiva, nella Prostaciclina (PGI<sub>2</sub>), che inibisce l'aggregazione piastrinica, e nelle prostaglandine PGD<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub>, PGF<sub>2</sub>, le quali esercitano diverse azioni sulla permeabilità vascolare (Fig. B).

L'Aspirina<sup>®</sup> impedisce il legame dell'acido arachidonico nel sito attivo della cicloossigenasi. I normali messaggi non possono più essere trasportati e così grazie all'inibizione della produzione di prostaglandine - che provocano un immediato rilascio nei tessuti di sostanze, come le chinine - il dolore, l'infiammazione e la febbre vengono attenuate (Fig. C/D).



**Fig. B:** Schema riassuntivo della sintesi delle prostaglandine, prostacicline e trombossani.

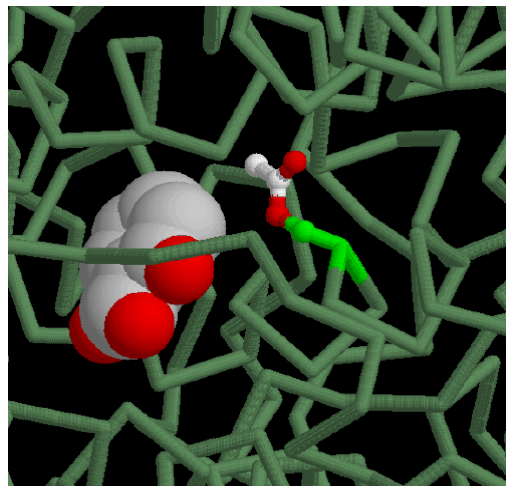


**Fig. C:** *Enzima cicloossigenasi in assenza di Aspirina® (A) e in sua presenza (B).*

**Fig. D:** *Sito attivo dell'enzima cicloossigenasi in presenza di acido acetilsalicilico.*

Il gruppo acetilico (bianco e rosso) è legato all'amminoacido serina (verde chiaro) e l'acido salicilico (rappresentato con sfere grandi) è legato vicino. La catena dell'enzima è mostrata in verde scuro.

Quando l'acido acetilsalicilico attacca l'enzima cicloossigenasi, trasferisce il suo gruppo acetilico ad un amminoacido di serina, disattivando in modo permanente l'enzima.





## Il campo d'azione

Inizialmente l'Aspirina<sup>®</sup> è stata utilizzata fondamentalmente per il suo efficace effetto antiflogistico, analgesico ed antipiretico. Tuttavia il campo d'azione di questo medicamento sta estendendo sempre più i propri confini grazie agli sforzi di notevoli medici e scienziati.

Inibendo la produzione di prostaglandine, l'Aspirina<sup>®</sup> è un analgesico, un composto chimico che agisce sul sistema nervoso centrale attenuando o sopprimendo gli stimoli dolorosi che gli pervengono, senza però produrre perdita di coscienza.

Contemporaneamente è anche un antipiretico. L'acido acetilsalicilico opera direttamente sull'ipotalamo, dove si trova il centro della regolazione termica corporea; con la sua somministrazione si ha una vasodilatazione periferica ed un aumento della sudorazione, che comporta una perdita di calore e di conseguenza un abbassamento della temperatura.

Inibendo la formazione dei trombossani A<sub>2</sub>, il farmaco possiede un effetto antiaggregante piastrinico, accrescendo così la fluidità del sangue attraverso le arterie e diminuendo la possibilità di generare un trombo, l'ostruzione di un vaso sanguigno. Questa facoltà è sfruttata nella prevenzione delle malattie cardiovascolari, come infarti, ictus e trombosi.

Da anni l'Aspirina<sup>®</sup> è osservata sempre più anche dagli oncologi, per quanto concerne la chemioprevenzione. Alla base sta la stretta relazione tra infiammazione e carcinogenesi: vi è l'ipotesi che riducendo l'infiammazione si limita il rischio di tumore.

Il cancro riesce a corrompere gli «agenti di polizia» deputati alle difese dell'organismo, ossia i macrofagi, con un intelligente meccanismo: utilizza i loro stessi segnali di allarme, impadronendosi in tal modo dei loro codici di messaggistica (citochine e chemiochine). Infatti esaminando le cellule tumorali si trovano molti macrofagi, attirati dal cancro stesso che li sfrutta per svilupparsi. Tuttavia quando si parla di macrofagi si parla anche di infiammazione; conoscendo il potere antinfiammatorio dell'Aspirina<sup>®</sup>, questo farmaco potrebbe essere realmente utile nel piano delle neoplasie, sia dal punto di vista preventivo che terapeutico?

Il primo passo per giungere ad una risposta a questo punto interrogativo è stato effettuato per la prima volta dal prof. australiano G. Kune, che nel 1988 iniziò a considerare l'Aspirina<sup>®</sup> come un farmaco impiegabile per la prevenzione contro il cancro.

Nel 1995 il Dr. Edward Giovannucci dell'Università di Harvard, sottoponendo un campione di 122,000 persone all'assunzione di Aspirina<sup>®</sup> e di altri analgesici, riuscì a dimostrare che assumere dell'acido acetilsalicilico regolarmente può ridurre il rischio di sviluppare un cancro al colon del 44%.

Sempre più esperimenti dimostrano il suo effetto nella prevenzione anche del tumore della bocca, della laringe e dell'esofago.

Ad ogni modo i risultati ottenuti devono essere considerati con cautela, perché fare prevenzione con Aspirina<sup>®</sup> significa includere anche i potenziali danni del suo uso prolungato.

Infatti inibendo l'enzima cicloossigenasi, l'Aspirina<sup>®</sup> limita anche le funzioni positive delle prostaglandine, come il controllo della produzione di muco gastrico che protegge le pareti dello stomaco, causando perciò talora gastriti, ulcerazioni e sanguinamenti, soprattutto alle dosi più alte. Oltre che provocare delle reazioni di intolleranza, l'acido acetilsalicilico può essere causa di insufficienza renale, specialmente nei pazienti più a rischio. Data la sua forte azione antiaggregante, c'è il rischio di emorragie interne, anche a livello cerebrale. Per quanto concerne i pazienti più piccoli, si tende a mettere in relazione la somministrazione di Aspirina<sup>®</sup> con l'insorgenza della *Sindrome di Reye*<sup>2</sup>, motivo per cui il suo uso fino ai 12 anni è controindicato.

---

<sup>2</sup> Condizione patologica caratterizzata da encefalopatia acuta (infiammazione diffusa del cervello) e steatosi (eccessivo accumulo di lipidi nelle cellule) del fegato, del pancreas, del cuore e dei reni.

## *Parte sperimentale*

# L'Aspirina<sup>®</sup>, un conservante floreale?

### **Introduzione**

Le piante sintetizzano particolari sostanze aventi la funzione di segnale chimico nella regolazione di importanti processi fisiologici. Tra queste sostanze sono inclusi gli elicitori, coinvolti nell'espressione di specifici geni implicati nei meccanismi di difesa della pianta contro l'attacco di agenti patogeni, quali batteri, virus e funghi.

Tra gli elicitori endogeni, che svolgono un'azione ormonale, è compreso l'acido salicilico (AS), appartenente alla categoria dei fitormoni - composti organici naturali, sintetizzati dalle piante, che ne influenzano, in genere a basse concentrazioni, i processi di crescita, differenziamento e sviluppo<sup>1,2,3,4</sup>.

Nelle piante i più alti livelli di AS - sintetizzato dall'acido t-cinnamico, attraverso una serie di reazioni che prevedono la produzione di acido benzoico - sono riscontrabili nelle foglie (soprattutto in seguito ad attacchi patogeni necrotizzanti) e nelle strutture riproduttive.

Le proprietà chimico-fisiche dell'AS ( $pK_a=2.98$ ) sono ideali per assicurarne il trasporto floematico come acido libero; l'AS può quindi essere facilmente traslocato dal luogo di sintesi al resto della pianta<sup>3</sup>.

A partire dal riconoscimento di un agente patogeno, nelle cellule adiacenti la zona di attacco, avviene una reazione ipersensibile (*hypersensitive reaction*, HR), che prevede la formazione di strutture in grado di isolare e contenere la successiva invasione del patogeno.

Il verificarsi di tale reazione determina una successiva serie di processi che conducono all'acquisizione di una resistenza sistemica (*systemic acquired resistance*, SAR) che si realizza anche in parti della pianta non interessate all'attacco primario<sup>3,4,5,6,7</sup>.

Grazie a studi realizzati sulla pianta di tabacco (*Nicotiana tabacum*) attaccata da un particolare patogeno - il "virus del mosaico del tabacco" (TMV) - è stato dimostrato che l'instaurazione di SAR, nella pianta di tabacco e in altre piante superiori, è correlata con l'espressione di una determinata classe di geni (SAR geni) che codificano per particolari macromolecole appartenenti alla categoria delle PR proteine, tra cui chitinasi e  $\beta$ -1,3-glucanasi.

Dopo l'attacco patogeno, nelle foglie di tabacco l'AS si accumula nel floema e i suoi livelli crescono notevolmente nelle immediate vicinanze della risposta ipersensibile (HR) alla lesione.

Ciononostante l'acido salicilico non è direttamente il segnale di induzione dell'acquisizione della resistenza sistemica, ma è solamente richiesto nel segnale per l'espressione dei geni che codificano per le proteine PR<sup>2,3,4,5</sup>.

Inoltre dal 1979 grazie al lavoro pionieristico di R.F. White<sup>8</sup>, è stato dimostrato che applicazioni esogene di acido salicilico e dei suoi derivati (tra cui l'acido acetilsalicilico) determinano in alcune piante una varietà di risposte biologiche, tra le quali l'induzione alla fioritura, il ritardo di senescenza nei fiori recisi e l'acquisizione della resistenza sistemica, inducendo contemporaneamente la sintesi, anch'essa sistemica, di gran parte delle proteine PR conosciute.

In un esperimento condotto sulle piante di girasole (*Helianthus annuus L.*), in risposta ad un trattamento di acido acetilsalicilico è stato riportato un incremento della produzione di proteine PR, portando così ad una maggiore resistenza contro i patogeni<sup>9</sup>.

A partire da tali considerazioni quale potrebbe essere il ruolo dell'Aspirina<sup>®</sup> nel mondo vegetale? I confini di questo farmaco potrebbero essere ampliati sin al punto da trasformarlo in un conservante floreale?

Oggi in commercio i principali conservanti floreali contengono, oltre che ad un miscuglio di zuccheri (deposito di energia), anche acidificanti, i quali portano il pH dell'acqua ad un valore più basso, importante per rallentare la crescita dei batteri, la principale causa della morte dei fiori recisi.

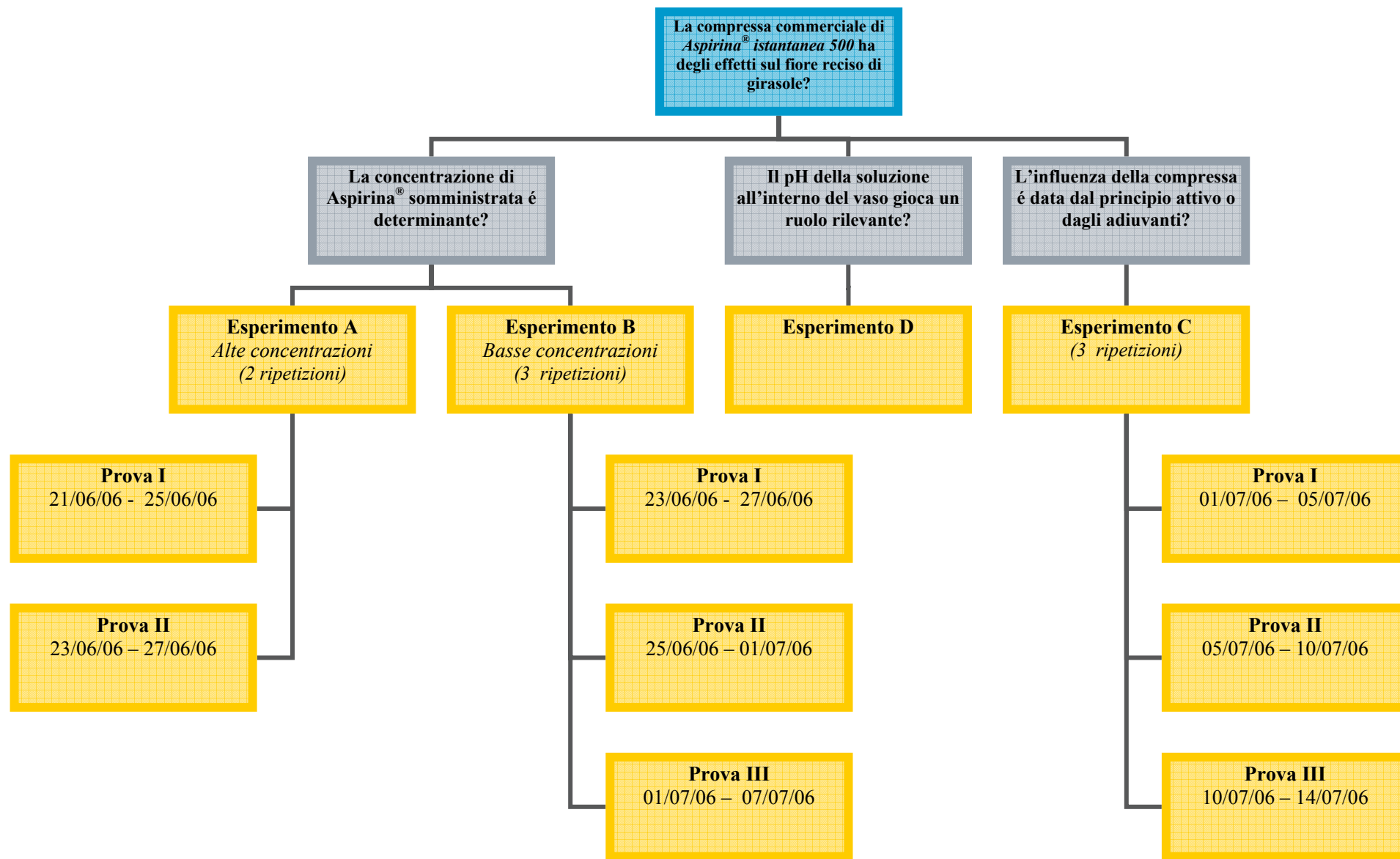
La compressa commerciale di Aspirina® - il cui principio attivo è l'acido acetilsalicilico – potrebbe essere impiegata in ogni casa per prolungare la vita dei propri fiori recisi? In tal caso quali potrebbero essere i fattori che influenzano la sua azione?

La somministrazione di compresse di Aspirina® nelle soluzioni in cui si trovano i fiori recisi potrebbero portare ad un valore del pH delle soluzioni tale da prolungare la durata del fiore reciso? Il ruolo dell'acido acetilsalicilico nell'espressione dei geni SAR potrebbe trasmettere alla compressa di Aspirina® delle proprietà tali da considerarla un eventuale conservante floreale?

Prendendo in analisi dei fiori di girasole (*Helianthus annuus L.*), nelle pagine che seguono sono descritti gli esperimenti che mirano a verificare se i risultati di applicazioni esogene di acido acetilsalicilico e di compresse commerciali di Aspirina® possono realmente portare a considerare questo farmaco un possibile conservante floreale.

Inoltre viene proposto un esperimento che esamina se gli effetti dell'applicazione di una determinata dose di Aspirina®, confezionata in compresse, sono dovuti all'azione del principio attivo o all'azione degli adiuvanti (citrato di sodio, bicarbonato di sodio, acido citrico, carbonato di sodio) contenuti nella compressa.

## Piano di lavoro



## Esperimento A

### *Obiettivo*

L'obiettivo dell'esperimento A è verificare se una determinata dose di *Aspirina® istantanea 500* (pari a 0,5 g di acido acetilsalicilico per compressa) ha degli effetti sulla durata della freschezza del fiore reciso e, in caso affermativo, se tali effetti dipendono dalla concentrazione del farmaco somministrata.

### *Materiale*

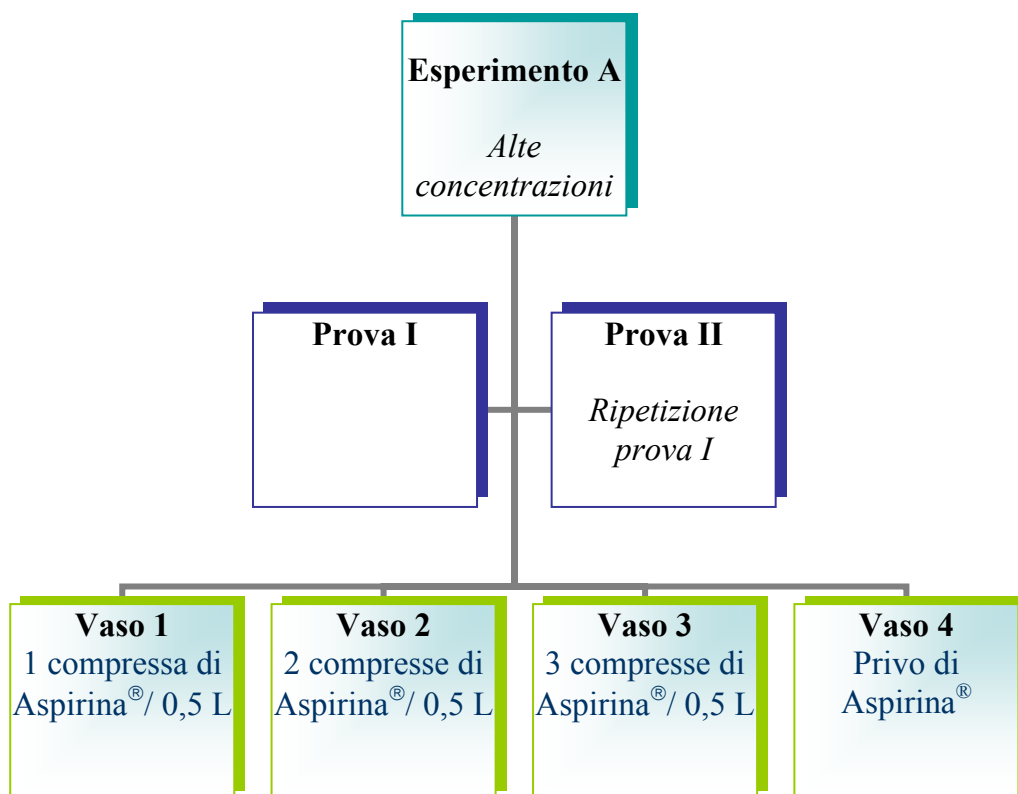
- 4 vasi identici (con capacità 0,5 L) riempiti ognuno con acqua corrente (T: 19°C); 0,5 L di acqua per ogni vaso.
- 4 fiori di girasole allo stesso stadio di crescita, ognuno con un gambo di lunghezza pari a 21 cm.
- 6 compresse di *Aspirina® istantanea 500*.

### *Metodo*

Prima di effettuare l'esperimento viene fatto crescere un determinato campione di piante di *Helianthus annuus L.*, mantenuto per tutto il periodo della prova nelle medesime condizioni ambientali.

- 1)
  - Al **vaso 1** viene aggiunto 1 compressa di *Aspirina®*.
  - Al **vaso 2** vengono aggiunte 2 compresse di *Aspirina®*.
  - Al **vaso 3** vengono aggiunte 3 compresse di *Aspirina®*.
  - Il **vaso 4** rimane riempito solo con acqua corrente.
- 2) In ogni vaso viene posto un fiore reciso, che viene conservato durante l'intero esperimento nelle stesse condizioni (non esposto direttamente alla luce solare e conservato alla temperatura di circa 25°).
- 3) Ogni giorno (ore 17.00) si osservano e si annotano le differenze dei fiori analizzati.
- 4) L'esperimento termina quando i fiori sono appassiti completamente (circa dopo 4 giorni dall'inizio della prova)

*Esperimento A: concentrazioni delle soluzioni contenute nei vasi analizzati*



*Parametri analizzati*

I parametri vengono valutati qualitativamente, per confronto fra i fiori recisi contenuti nei vasi analizzati.

- Volume della soluzione all'interno del vaso [L]
- Consistenza gambo
- Colore gambo
- Foglie cadute
- Grado di appassimento foglie
- Colore foglie
- Grado di appassimento fiore

Prova I

Data: 21/06/06 – 25/06/06

Risultati

<i>Data</i>	<i>Parametro analizzato</i>	<i>Vaso 1</i>	<i>Vaso 2</i>	<i>Vaso 3</i>	<i>Vaso 4</i>
Data: 21/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	Consistente.	Consistente.	Consistente.	Consistente.
	Colore gambo	Verde.	Verde.	Verde.	Verde.
	Foglie cadute	-	-	-	-
	Grado di appassimento foglie	-	-	-	-
	Colore foglie	Verde.	Verde.	Verde.	Verde.
	Colore fiore	Giallo.	Giallo.	Giallo.	Giallo.
	Grado di appassimento fiore	-	-	-	-
Data: 22/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	Risulta essere meno consistente.	Ha perso consistenza.	Ha perso consistenza.	-
	Colore gambo	L'estremità posteriore del gambo è leggermente più marrone rispetto alla metà anteriore.	¾ del gambo è leggermente più marrone rispetto alla metà anteriore.	Verde – marrone (l'intero gambo). Più marrone quindi rispetto al vaso 1, 2, 4.	Verde.
	Foglie cadute	0	0	0	0
	Grado di appassimento foglie	Le foglie sono leggermente appassite.	Più appassite rispetto al vaso 1 e 4.	Più appassite rispetto al vaso 1, 2 e 4.	-
	Colore foglie	Verde scuro.	Verde – marrone.	Verde – marrone.	Verde.
	Colore fiore	Giallo.	Giallo – arancione.	Arancione.	Giallo.
	Grado di appassimento fiore	Leggermente appassito, specialmente alcuni petali. Ad ogni modo non c'è molta differenza col fiore contenuto nel vaso 4.	Appassito, specialmente i petali più grandi. Il grado di appassimento è maggiore rispetto al vaso 1 e 4.	Appassito. Il grado di appassimento è maggiore rispetto al vaso 1, 2, 4.	-
Data: 23/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	-	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	-
	Colore gambo	Il colore marrone dell'estremità posteriore è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Verde.

	<b>Foglie cadute</b>	0	1	1	0
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	Leggermente appassite.
	<b>Colore foglie</b>	-	Più marrone.	Più marrone.	Verde – verde scuro.
	<b>Colore fiore</b>	Giallo più intenso, tendente all'arancione.	Arancione.	Arancione – marrone.	Giallo.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	Leggermente appassito, specialmente alcuni petali, ma l'appassimento non è netto come nel vaso 1, 2, 3.
<b>Data: 24/06</b>	<b>Volume della soluzione all'interno del vaso [L]</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
	<b>Consistenza gambo</b>	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	-
	<b>Colore gambo</b>	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Verde.
	<b>Foglie cadute</b>	1	3	3	1
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	-
	<b>Colore foglie</b>	Verde scuro, tendente al marrone in alcune parti.	Molto più marrone.	Molto più marrone.	Il verde scuro è più intenso.
	<b>Colore fiore</b>	Il giallo è ancora più intenso	Arancione – marrone.	Marrone – arancione.	Giallo.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	-
<b>Data: 25/06</b>	<b>Volume della soluzione all'interno del vaso [L]</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
	<b>Consistenza gambo</b>	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	La consistenza è leggermente diminuita.
	<b>Colore gambo</b>	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Verde – marrone.
	<b>Foglie cadute</b>	3	2	4	2
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	Il grado di appassimento è maggiore rispetto al vaso 1, 2, 4.	L'appassimento è aumentato.
	<b>Colore foglie</b>	Verde – marrone.	Molto più marrone.	Molto più marrone.	-
	<b>Colore fiore</b>	Il giallo è ancora più intenso.	Arancione – marrone.	Marrone – arancione.	Il giallo è ancora più intenso.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato; ma non è accentuato come nel fiore all'interno del vaso 2 e 3.	L'appassimento è aumentato ed è maggiore rispetto al vaso 1 e 4.	L'appassimento è aumentato ed è maggiore rispetto al vaso 1, 2, 4.	L'appassimento è aumentato.





*Foto del 21/06/06: inizio esperimento prova I, esperimento A*



*Foto del 25/06/06: fine esperimento prova I, esperimento A*

## Prova II

Ripetizione dell'esperimento eseguito nella prova I.

**Data: 23/06/06 – 27/06/06**

### *Risultati*

I risultati della prova II confermano quelli ottenuti nella prova I.

## Discussione

I risultati raggiunti rivelano l'influenza del farmaco sulla durata della vita del fiore reciso di girasole.

Tale influenza risulta essere negativa, giacché il fiore con una durata di vita maggiore risulta essere quello del vaso 4, ossia il vaso contenente acqua priva di Aspirina®.

Secondo i risultati ottenuti in questo esperimento, l'assunzione del farmaco da parte del fiore reciso accelera l'appassimento tanto è maggiore la concentrazione di Aspirina® impiegata

## Esperimento B

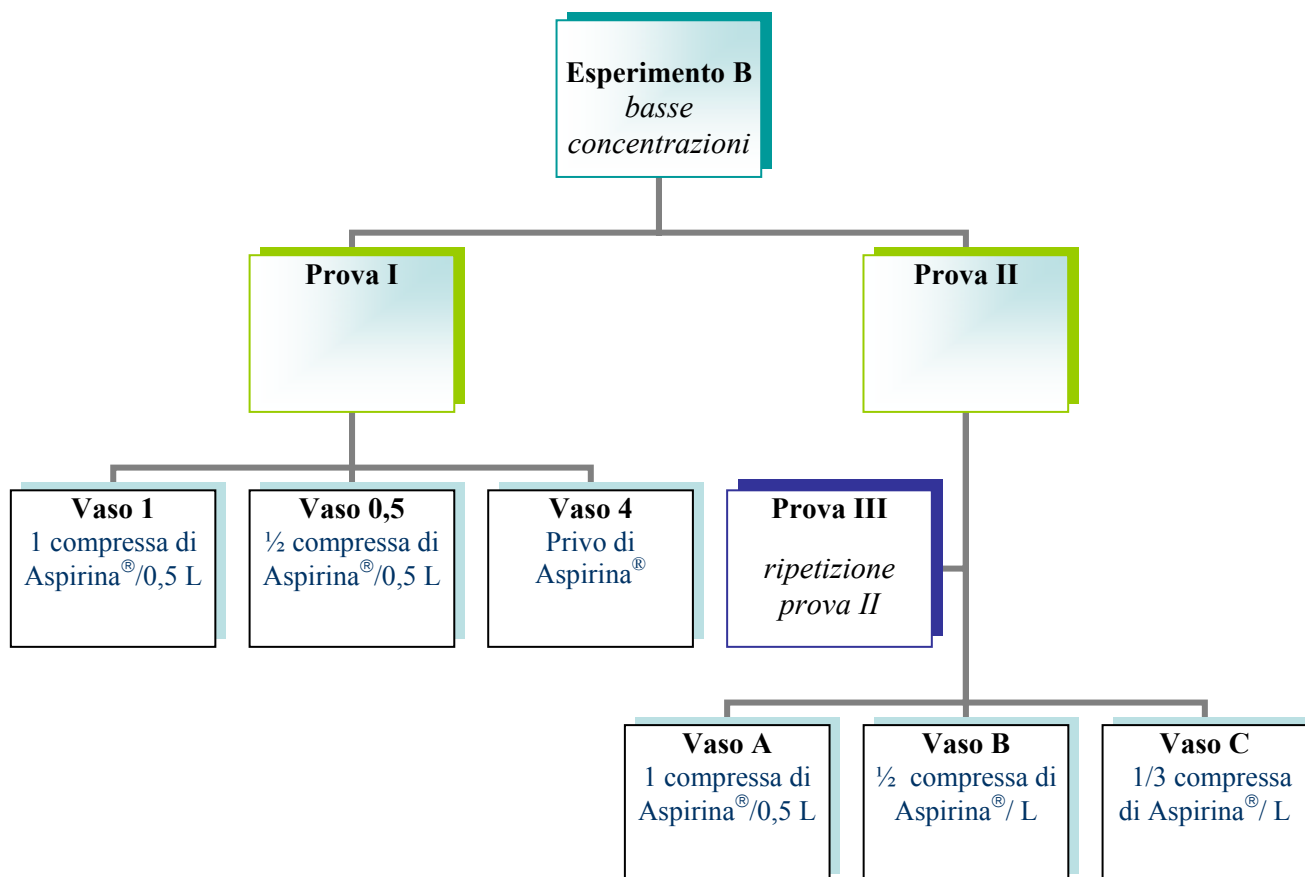
### *Obiettivo*

L'obiettivo dell'esperimento B è verificare se diminuendo la concentrazione di Aspirina® delle soluzioni all'interno dei vasi, rispetto alle concentrazioni impiegate nell'esperimento A, l'influenza del farmaco può portare ad un prolungamento della durata della vita del fiore reciso e non ad un'accelerazione del processo di appassimento.

### *Materiale e metodo*

Il procedimento dell'esperimento B è equivalente a quello utilizzato nell'esperimento A, vengono variate solamente le concentrazioni di Aspirina® adoperate.

*Esperimento B: concentrazioni delle soluzioni contenute nei vasi analizzati*



## Prova I

Data: 23/06/06 – 27/06/06

### Concentrazioni soluzioni

Al vaso 1 è aggiunta 1 compressa di Aspirina<sup>®</sup>, al vaso 0,5 è aggiunta ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>, mentre il vaso 4 è privo di Aspirina<sup>®</sup>.

### Risultati

Data	Parametro analizzato	Vaso 1	Vaso 0,5	Vaso 4
Data: 23/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	Consistente.	Consistente.	Consistente.
	Colore gambo	Verde.	Verde.	Verde.
	Foglie cadute	-	-	-
	Grado di appassimento foglie	-	-	-
	Colore foglie	Verde.	Verde.	Verde.
	Colore fiore	Giallo.	Giallo.	Giallo.
	Grado di appassimento fiore	-	-	-
Data: 24/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	Risulta essere meno consistente.	-	-
	Colore gambo	L'estremità posteriore del gambo è leggermente più marrone rispetto alla metà anteriore.	Verde.	Verde.
	Foglie cadute	0	0	0
	Grado di appassimento foglie	Le foglie sono leggermente appassite.	Le foglie sono leggermente appassite.	-
	Colore foglie	Verde scuro.	Verde scuro.	Verde.
	Colore fiore	Giallo.	Giallo.	Giallo.
	Grado di appassimento fiore	Leggermente appassito, specialmente alcuni petali. L'appassimento è maggiore rispetto al vaso 4 e 0,5.	Leggermente appassito, specialmente alcuni petali. L'appassimento è maggiore rispetto al vaso 4.	-
Data: 25/06	Volume della soluzione all'interno del vaso [L]	0,5	0,5	0,5
	Consistenza gambo	-	-	-
	Colore gambo	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Nella parte posteriore il gambo ha iniziato ad assumere una colorazione tendente al marrone.	Verde.

	<b>Foglie cadute</b>	0	0	0
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	Leggermente appassite.
	<b>Colore foglie</b>	Verde scuro.	Verde scuro.	Verde – verde scuro.
	<b>Colore fiore</b>	Giallo più intenso, tendente all'arancione.	Giallo più intenso, tendente all'arancione.	Giallo.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	Leggermente appassito, specialmente
				alcuni petali, ma l'appassimento non è netto come nel vaso 1 e 0,5.
<b>Data: 26/06</b>	<b>Volume della soluzione all'interno del vaso [L]</b>	0,5	0,5	0,5
	<b>Consistenza gambo</b>	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	-
	<b>Colore gambo</b>	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Verde.
	<b>Foglie cadute</b>	1	1	1
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	-
	<b>Colore foglie</b>	Verde scuro, tendente al marrone in alcune parti.	Verde scuro, tendente al marrone in alcune parti.	Il verde scuro è più intenso.
	<b>Colore fiore</b>	Giallo – arancione.	Arancione.	Giallo.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	-
<b>Data: 27/06</b>	<b>Volume della soluzione all'interno del vaso [L]</b>	0,5	0,5	0,5
	<b>Consistenza gambo</b>	La consistenza è diminuita.	La consistenza è diminuita.	La consistenza è leggermente diminuita.
	<b>Colore gambo</b>	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Il colore marrone è diventato più accentuato.	Verde – marrone.
	<b>Foglie cadute</b>	2	3	2
	<b>Grado di appassimento foglie</b>	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.	L'appassimento è aumentato.
	<b>Colore foglie</b>	Verde – marrone.	Verde – marrone.	-
	<b>Colore fiore</b>	Arancione – marrone.	Arancione – marrone.	Il giallo è ancora più intenso.
	<b>Grado di appassimento fiore</b>	L'appassimento è aumentato e risulta maggiore rispetto al vaso 4 e 0,5.	L'appassimento è aumentato e risulta maggiore rispetto al vaso 4, ma minore rispetto al vaso 1.	L'appassimento è aumentato.

Anche nell'esperimento B l'appassimento è tanto più veloce ed evidente quanto maggiore è la concentrazione di farmaco somministrata.



*Foto del 23/06/06: inizio esperimento prova I, esperimento B*



*Foto del 27/06/06: fine esperimento prova I, esperimento B*

## Prova II

Nella prova II vengono diminuite nuovamente le concentrazioni di Aspirina<sup>®</sup> delle soluzioni contenute nei vasi.

**Data: 25/06/06 – 01/07/06**

### *Concentrazioni soluzioni*

Il **vaso 0** è privo di Aspirina<sup>®</sup>, il **vaso A** è riempito con una soluzione che ha concentrazione pari a 1 compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L, il **vaso B** contiene una soluzione con concentrazione pari a ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L, il **vaso C** contiene una soluzione con concentrazione pari a 1/3 compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L (pari a ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ 1,5 L).

### *Risultati*

#### **26/06:**

Il fiore e le foglie del vaso A hanno un grado di appassimento maggiore rispetto agli altri vasi.

Il fiore e le foglie del vaso 0 sono leggermente più appassite rispetto al vaso B e C.

Il fiore e le foglie del vaso B risultano essere meno appassite rispetto al vaso C.

#### **27/06:**

Le foglie del fiore del vaso A hanno raggiunto un grado di appassimento maggiore rispetto agli altri vasi.

Il fiore del vaso C ha perso molte foglie e presenta un grado di appassimento maggiore rispetto al fiore del vaso B e 0.

Il fiore e le foglie del vaso B sono meno appassite rispetto a quelli degli altri vasi e inoltre il fiore non ha perso nessun petalo.

#### **28/07:**

Ordinando i fiori analizzati secondo il grado di appassimento decrescente, il vaso A contiene il fiore più appassito, seguito dal vaso C, 0 e infine B.

#### **29/07 – 30/07:**

-

#### **01/07:**

Il fiore meno appassito rimane quello contenuto nel vaso B, mentre quello più appassito è presente nel vaso A. Tra il fiore del vaso C e quello del vaso 0 la differenza non è particolarmente evidente, tuttavia il fiore del vaso C presenta un grado di appassimento leggermente superiore a quello del vaso 0.

## Discussione

**I risultati raggiunti rivelano che una determinata dose di Aspirina<sup>®</sup>, ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L, riesce a prolungare la durata della vita del fiore reciso di girasole.**

Ciononostante una dose maggiore, 1 compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L, accelera il processo di appassimento. Se viene utilizzata una dose minore, ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ 1,5 L, il processo di appassimento risulta essere più veloce rispetto ad una dose superiore.

La dose di Aspirina<sup>®</sup> corrispondente a ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L potrebbe portare il pH dell'acqua all'interno del vaso ad un valore tale da favorire il prolungamento della durata della vita del fiore.

La differenza tra il vaso C e il vaso 0 non è netta, ma il fiore C presenta un grado di appassimento maggiore rispetto al vaso 0; ciò è in contraddizione con il risultato ottenuto nel vaso B. Infatti se B presenta un grado di appassimento minore rispetto agli altri vasi, allora C dovrebbe avere un grado di appassimento minore rispetto a 0, perché le sue condizioni – per quanto concerne la soluzione all'interno del vaso - sono più vicine a quelle del vaso B.

Quindi il risultato ottenuto potrebbe essere dovuto al fatto che i fiori al momento del taglio non presentassero in realtà lo stesso stadio di crescita (sempre dal punto di vista qualitativo); per verificare tale ipotesi viene ripetuto l'esperimento.



*Foto del 25/06/06: inizio esperimento prova II, esperimento B*



*Foto del 01/07/06: fine esperimento prova II, esperimento B*

### Prova III

Ripetizione prova II.

**Data: 01/07/06 – 07/07/06**

#### *Risultati*

Operando nelle medesime condizioni utilizzate nella prova II, nella prova III il fiore contenuto nel vaso C presenta un appassimento più lento rispetto a quello contenuto nel vaso 0.

L'appassimento con velocità inferiore è caratteristica del fiore contenuto nel vaso B, mentre il fiore del vaso A possiede una velocità di appassimento maggiore rispetto agli altri vasi.

#### Discussione

Una determinata dose di Aspirina<sup>®</sup>, corrispondente a ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L, riesce a prolungare la durata della vita di un fiore reciso di girasole. Se si utilizza una dose inferiore o maggiore di Aspirina<sup>®</sup> si ottengono risultati che mostrano un'accelerazione del processo di appassimento.

In conclusione, i risultati ottenuti nel corso dell'esperimento B mostrano una certa capacità della compressa commerciale di *Aspirina<sup>®</sup> istantanea 500* ad agire in qualità di conservante floreale per i fiori recisi di girasole, seppure sia indispensabile una determinata concentrazione di Aspirina<sup>®</sup>.



## Esperimento C

### Obiettivo

L'obiettivo dell'esperimento C è dimostrare nuovamente che per ottenere un aumento della durata della vita del fiore reciso occorre una determinata concentrazione di Aspirina<sup>®</sup> (corrispondente a ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L).

Inoltre in questo esperimento si vuole verificare se l'influenza del farmaco è dovuta dal suo principio attivo (l'acido acetilsalicilico) oppure dagli adiuvanti contenuti nella compressa commerciale (citrato di sodio, bicarbonato di sodio, acido citrico, carbonato di sodio).

N.B: Ogni compressa di Aspirina<sup>®</sup> istantanea 500 contiene 0,5 g di principio attivo.

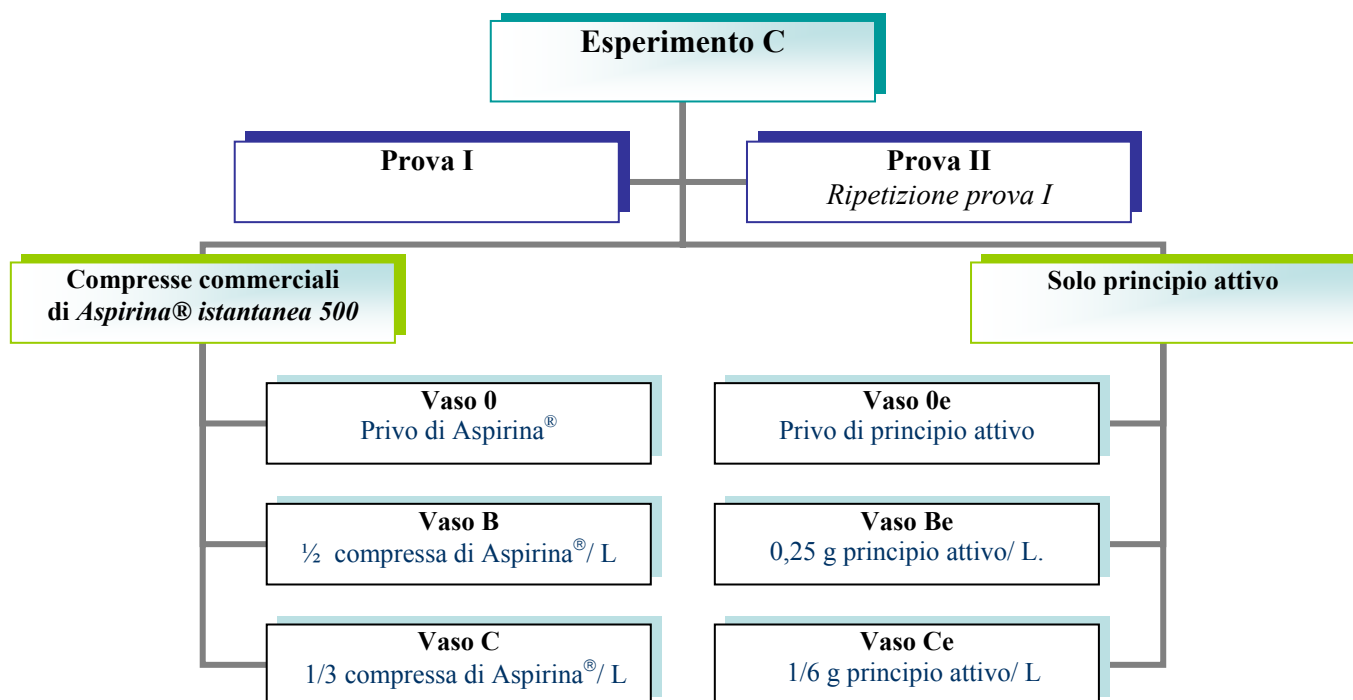
### Materiale e metodo

Il procedimento dell'esperimento C è identico a quello utilizzato nelle prove precedenti, compresi i parametri analizzati.

Oltre ai vasi contenenti l'Aspirina<sup>®</sup>, dei nuovi contenitori vengono riempiti solamente con il principio attivo del farmaco, sintetizzato precedentemente in laboratorio. Ciò significa che per ogni vaso contenente una determinata concentrazione di Aspirina<sup>®</sup> viene riempito un altro contenitore con una dose di acido acetilsalicilico corrispondente.

- Il **vaso 0** è privo di Aspirina<sup>®</sup>
- Il **vaso 0e** è privo di Aspirina<sup>®</sup> (è analogo al vaso 0)
- Il **vaso B** è riempito con una soluzione contenente ½ compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L.
- Il **vaso Be** è riempito con una soluzione contenente 0,25 g di acido acetilsalicilico/ L.
- Il **vaso C** è riempito con una soluzione contenente 1/3 compressa di Aspirina<sup>®</sup>/ L (½ compressa/ 1,5 L).
- Il **vaso Ce** è riempito con una soluzione contenente 1/6 g di acido acetilsalicilico/ L.

*Esperimento C: concentrazioni delle soluzioni contenute nei vasi analizzati*



## Prova I

**Data: 01/07/06 – 05/07/06**

### *Risultati*

Nel corso dell'esperimento, per quanto riguarda i vasi contenenti la compressa commerciale di Aspirina<sup>®</sup>, vengono confermati i risultati ottenuti nella prova III dell'esperimento B: il fiore con un appassimento più lento risulta essere quello contenuto nel vaso B, seguito da C e 0.

I vasi riempiti solamente con il principio attivo risultano avere un grado di appassimento maggiore rispetto ai corrispondenti recipienti contenenti solo le compresse di Aspirina<sup>®</sup>. Infatti le foglie e il fiore del vaso Be presentano un appassimento maggiore rispetto a quelle del vaso B.

Tra il vaso Ce e C non c'è una notevole differenza, ad ogni modo il vaso C contiene dei fiori leggermente meno appassiti.

Il grado di appassimento dei fiori contenuti nel vaso 0 e 0e è il medesimo (infatti le soluzioni all'interno dei vasi è il medesimo).

## Prova II

Viene ripetuto l'esperimento per verificare la validità dei risultati ottenuti nella prova I.

**Data: 05/07/06 – 10/07/06**

### *Risultati*

I fiori contenuti nel vaso 0 e 0e sono i più appassiti. Tra il fiore Ce e C c'è una considerevole differenza, molto probabilmente il fiore Ce al momento del taglio era in uno stadio di crescita più avanzato rispetto a quello contenuto nel vaso C (dal punto di vista qualitativo).

I fiori contenuti nel vaso Be e B sono i meno appassiti, ma Be risulta avere un grado di appassimento maggiore rispetto a B.

## Prova III

Viene ripetuto l'esperimento per verificare la validità dei risultati ottenuti nella prova II.

**Data: 10/07/06 – 14/07/06**

### *Risultati*

Si ottengono gli stessi risultati ottenuti nella prova I e II.



Foto del 10/07/06: inizio esperimento prova III, esperimento C



Foto del 14/07/06: fine esperimento prova III, esperimento C

### Discussione

**I risultati ottenuti indicano che la compressa commerciale *Aspirina® istantanea 500*, costituita da acido acetilsalicilico ed adiuvanti, è in grado di prolungare maggiormente la durata della vita del fiore reciso rispetto al solo principio attivo.**

L'acido acetilsalicilico esercita un'azione che rallenta la velocità di appassimento del fiore reciso, ma la compressa risulta avere un'azione maggiore; ciò presumibilmente è dovuto dalla presenza degli adiuvanti.

## **Esperimento D**

### *Obiettivo*

L'obiettivo dell'esperimento D è determinare il pH delle soluzioni contenute nei vasi analizzati durante lo svolgimento degli esperimenti A, B e C e verificare se esistono delle correlazioni tra i risultati ottenuti in tali prove e il pH della soluzioni.

### *Materiali*

- pHmetro
- 8 compresse di *Aspirina*<sup>®</sup> *istantanea 500*
- 1,8 g acido acetilsalicilico
- Acqua corrente (T: 20°C)



Fig. E: pHmetro.

### *Metodo*

Attraverso il pHmetro viene misurato il pH delle diverse soluzioni preparate in precedenza nel corso dello svolgimento degli esperimenti A, B e C.

Risultati: valori di pH ottenuti nel corso delle misurazioni

Esperimento	Denominazione vaso	Concentrazione soluzione contenente la compressa commerciale <i>Aspirina<sup>®</sup> istantanea 500</i> [nr. compresse/ L]	Concentrazione soluzione contenente solo il principio attivo [g/ L]	Valore pH
A	<i>Vaso 1</i>	2 compresse Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,2
		-	1 g/ L	3,4
	<i>Vaso 2</i>	4 compresse Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,2
		-	2 g/ L	3
	<i>Vaso 3</i>	6 compresse Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,2
	-	-	3 g/ L	2,9
B	<i>Vaso 0,5</i>	1 compressa Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,1
C	<i>Vaso B</i>	1/2 compressa Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,1
	<i>Vaso Be</i>	-	0,25 g/ L.	3,6
	<i>Vaso C</i>	1/3 compressa di Aspirina <sup>®</sup> / L	-	6,1
	<i>Vaso Ce</i>	-	1/6 g/ L	3,7

### Discussione

I risultati riportano dei valori di pH meno acidi per le soluzioni contenenti le compresse commerciali rispetto alle soluzioni contenenti solo il principio attivo.

Il pH delle soluzioni contenenti le compresse commerciali rimane pressoché invariato (varia da 6,1 a 6,2) al variare delle concentrazioni di Aspirina<sup>®</sup> e non risulta quindi essere in funzione della concentrazione di compressa somministrata. Ciò dimostra il ruolo tamponante degli adiuvanti contenuti nella compressa di *Aspirina<sup>®</sup> istantanea 500*.

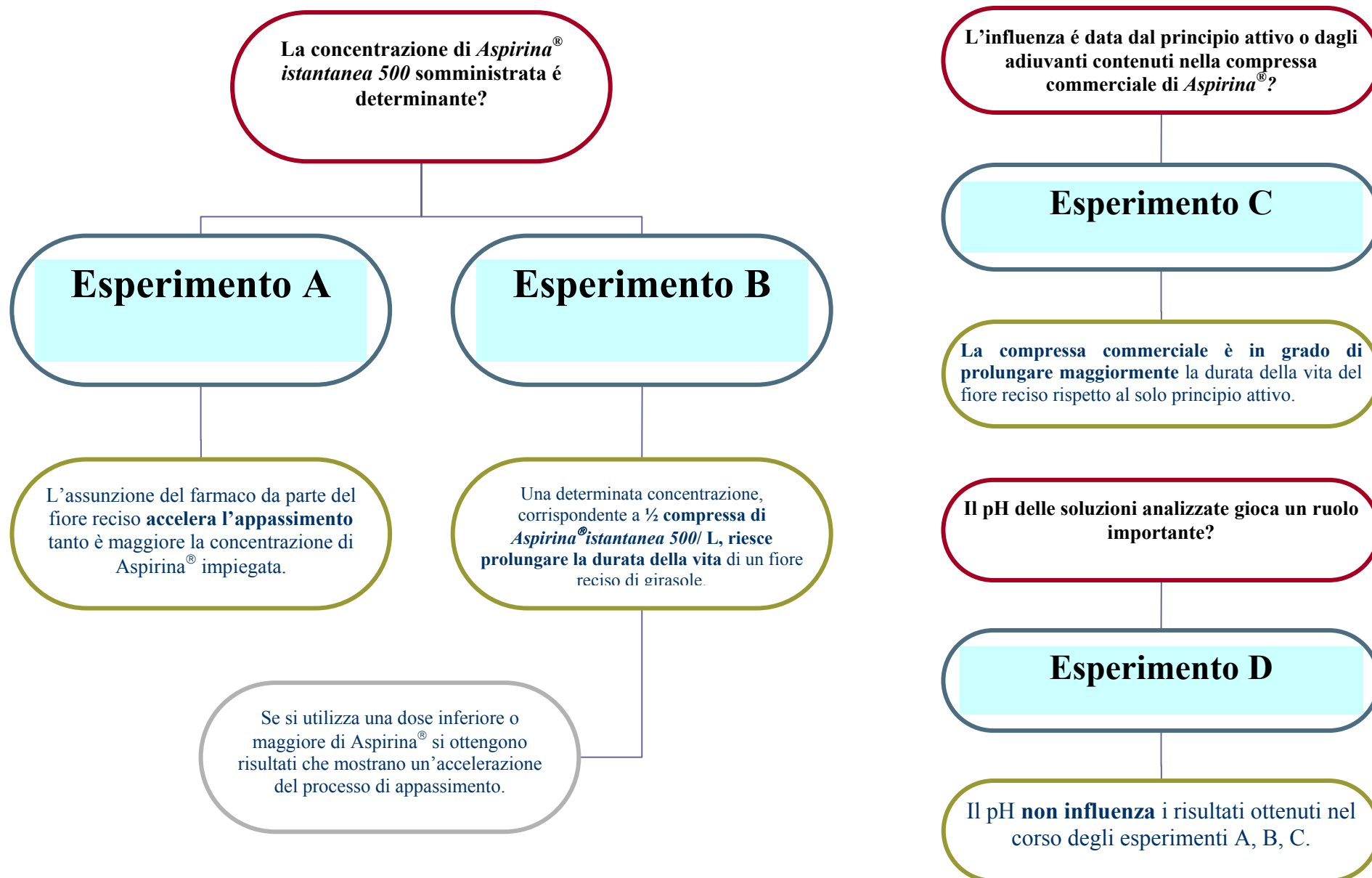
Mentre i valori di pH delle soluzioni contenenti solo il principio attivo sono più bassi: variano da 3 a 3,7. Tali valori diminuiscono all'aumentare della concentrazione di acido acetilsalicilico.

Mettendo in relazione i risultati ottenuti nelle precedenti prove (esperimento A, B e C) si può concludere che **il pH delle soluzioni somministrate ai fiori recisi è ininfluenza nell'esito degli esperimenti condotti.**

Infatti nel corso degli esperimenti A,B e C i fiori contenuti nei vari vasi presentano delle caratteristiche diverse, a seconda della concentrazione di Aspirina<sup>®</sup> commerciale (o rispettivamente del solo il principio attivo) impiegate.

Per quanto concerne il confronto tra l'azione della compressa commerciale e il solo principio attivo, si nota che le differenze dei risultati ottenuti nell'esperimento C – in cui si confronta l'effetto delle compresse commerciali e quello dell'acido acetilsalicilico – non derivano dalla differenza di pH delle soluzioni.

## Schema riassuntivo dei risultati degli esperimenti A, B, C e D



## **Discussione conclusiva dei risultati degli esperimenti A, B, C e D**

I risultati ottenuti nel corso degli esperimenti - in cui sono stati esaminati parametri strettamente qualitativi (volume della soluzione all'interno del vaso, consistenza e colore del gambo, colore delle foglie e grado di appassimento del fiore e del fogliame) basati sul confronto tra i vasi analizzati - rivelano l'influenza di una determinata dose di compressa commerciale di *Aspirina*<sup>®</sup> *istantanea 500* sulla durata della vita di un fiore reciso di girasole (*Helianthus annuus L.*). Tale influenza può risultare negativa o positiva a seconda della concentrazione di *Aspirina*<sup>®</sup> somministrata al fiore reciso.

Ad ogni modo il responsabile dell'azione dell'*Aspirina*<sup>®</sup> - a differenza di ciò che avevo ipotizzato inizialmente - non è solo l'acido acetilsalicilico (il principio attivo), ma gli adiuvanti (citrato di sodio, bicarbonato, acido citrico e carbonato di sodio) contenuti nella compressa sembrerebbero giocare un ruolo considerevole (probabilmente in qualità di nutrienti per il fiore reciso).

Infatti la compressa commerciale *Aspirina*<sup>®</sup> *istantanea 500*, costituita da acido acetilsalicilico ed adiuvanti, è in grado di prolungare maggiormente la durata della vita del fiore reciso rispetto al solo principio attivo.

Inoltre attraverso l'analisi di un parametro chimico e quantitativo, la misurazione del pH, è stato possibile escludere il ruolo del pH delle soluzioni all'interno dei vasi sull'esito dei risultati ottenuti, ruolo che in principio era stato preso in considerazione come uno dei possibili fattori dell'azione dell'*Aspirina*<sup>®</sup>. Grazie alla misurazione del pH, si ha constatato che gli adiuvanti contenuti nella compressa svolgono un'azione tamponante.

**In conclusione, si è rivelato che la compressa commerciale di *Aspirina*<sup>®</sup> *istantanea 500*, se somministrata in una precisa concentrazione (pari a ½ compressa commerciale/ L), ha la facoltà di agire da conservante floreale per i fiori recisi di girasole.**

## *Conclusioni*

### **Prossimi passi dell'Aspirina®**

Come esplica il lavoro di ricerca presentato in questo elaborato scritto, il business dell'Aspirina® - seppure questo farmaco abbia varcato la soglia centenaria - ha tuttora un'ampia risonanza nel campo della medicina umana.

Inoltre i risultati ottenuti dagli esperimenti, riportati nelle pagine precedenti, conferiscono all'Aspirina® dei connotati tali da poter considerare una potenziale estensione del suo orizzonte nel business della floricoltura.

Gli strumenti e il metodo sperimentale qualitativo impiegati negli esperimenti sui fiori recisi di girasole – metodo che si basa fondamentalmente su un'analisi di confronto fra i vari campioni esaminati - non permettono di chiarire quali sono i fattori che intervengono nell'azione dell'Aspirina® sulla durata della freschezza del fiore reciso.

L'azione dell'Aspirina® è determinata dalla capacità dell'acido acetilsalicilico di influenzare l'espressione dei geni SAR, coinvolti nello sviluppo del sistema difensivo del fiore? Perché l'azione del farmaco può prolungare la freschezza del fiore reciso solo se è presente in una distinta concentrazione? Che ruolo giocano gli adiuvanti contenuti nella compressa commerciale?

Domande alle quali non è possibile rispondere attraverso un metodo sperimentale qualitativo.

È opportuno ricordare che le proteine PR non sono state ancora scoperte in tutte le specie di piante, ciò significa che i risultati pervenuti nelle varie prove – se correlati al ruolo dell'Aspirina® nell'influenzare la sintesi di proteine PR – potrebbero diversificare in funzione della specie di fiore reciso analizzata.

In conclusione, attualmente il futuro dell'Aspirina® è ampio, occorrono ancora molti passi prima di poter consigliare con certezza di aggiungere una determinata dose di Aspirina® al proprio vaso di fiori recisi, in alternativa all'utilizzo di un conservante floreale.

Di conseguenza questi passi si traducono in un ragguardevole e costante lavoro di molti scienziati, i quali possiedono capacità e mezzi tali da poter osservare l'azione dell'Aspirina® nel mondo vegetale da un punto di vista più quantitativo, e più competente, di quello riportato in questo elaborato scritto.



## **Bibliografia**

### *Letteratura citata*

- [1] **Czajka S** (1997) *Strategien der Infektabwehr bei Pflanzen: ein Überblick*. PZ 27: 2249 – 2256.
- [2] **Yalpani N, Leon J, Lawton MA, Raskin I** (1993) *Pathway of Salicylic Acid Biosynthesis in Healthy and Virus – Inoculated Tobacco*. *Plant Physiol* (1993) 103: 315 – 321.
- [3] **Delaney TP, Uknes S, Vernooij B, Friedrich L, Weymann K, Negrotto D, Gaffney T, Gut – Rella M, Kessmann H, Ward E, Ryals J** (1994) *A central Role of Salicylic Acid in Plant Disease Resistance*. *Scienze* 266: 1247 – 1250.
- [4] **Vernooij B, Uknes S, Ward E, Ryals J** (1994) *Salicylic Acid as a signal molecule in plant – pathogen interactions*. *Cell Biology* 6: 275 – 279.
- [5] **Vernooij B, Friedrich L, Morse A, Reist R, Kolditz-Jawhar R, Ward E, Uknes S, Kessmann H, Ryals J** (1994) *Salicylic Acid Is Not The Translocated Signal Responsible for Inducing Systemic Acquired Resistance but Is Required in Signal Transduction*. *The Plant Cell* 6: 959-965.
- [6] **Gaffney T, Friedrich L, Vernooij B, Negrotto D, Nye G, Uknes S, Ward E, Kessmann H, Ryals J** (1993) *Requirement of Salicylic Acid for the Induction of Systemic Acquired Resistance*. *Scienze* 261: 754 – 756.
- [7] **Chen Z, Silva H, Klessing DF** (1993) *Active Oxygen Species in the Induction of Plant Systemic Acquired Resistance by Salicylic Acid*. *Scienze* 262: 1883 – 1886.
- [8] **White RF (1979)** *Acetylsalicylic Acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco*. *Virology* 99: 410-412.
- [9] **Jung JL, Fritig B, Hahne G** (1993) *Sunflower (Helianthus annuus L.) Pathogenesis – Related Proteins. Induction by Aspirin (Acetylsalicylic Acid) and Characterization*. *Plant Physiol* 101: 873 – 880.

### *Opere consultate*

- **Jeffreys, Diarmuid** (2005) *Aspirina: l'incredibile storia della pillola più famosa del mondo*. A cura di Luciano Sterpellone e Giovanni Tarantino. Roma, Donzelli.

## Webgrafia

- Dr. Massimiliano Andrioli, *Una panacea chiamata Aspirina*. <<http://www.paginemediche.it/areapubblica/aree/rubriche/articolo.asp?id=189&canale=1>>, 2006.
- Bayer HealthCare, *Aspirin*. <<http://www.aspirin.com>>, 2006.
- Bayer HealthCare, *Working Wonders Every Day*. <[http://www.bayeraspirin.com/pain/asp\\_history.htm](http://www.bayeraspirin.com/pain/asp_history.htm)>, 2006.
- Giuliano D'Ambrosio, *Aspirina -terapia contro polipi del colon*. <[http://www.medinews.it/files/index.cfm?id\\_rst=52&id\\_elm=2758](http://www.medinews.it/files/index.cfm?id_rst=52&id_elm=2758)>, 2005.
- Department of Chemistry at the University of Oxford, *Chemistry, Structures & 3D Molecules*. <<http://www.3dchem.com/imagesofmolecules/Aspirin.jpg>>, 2006.
- Documed, *Kompendium online*. <<http://www.documed.ch/content/default.htm>>, 2006.
- Rachel S. Eidelman, MD; Patricia R. Hebert, PhD; Steven M. Weisman, PhD; Charles H. Hennekens, MD, DrPH, *An Update on Aspirin in the Primary Prevention of Cardiovascular Disease*. <<http://archinte.ama-assn.org/cgi/content/abstract/163/17/2006>>, 2003, agg. 2006.
- Giuseppe Giocoli, *Salicilico anti-tumore*. <<http://www.tempomedico.it/2004/781/new.php?id=007>>, 2004, agg. 2006.
- David S. Goodsell, *Cicloossigenasi*. <[http://www.pianetachimica.it/mol\\_mese/mol\\_mese\\_2001/05\\_Cicloossigenasi/Cicloossigenasi\\_1\\_it\\_a.html](http://www.pianetachimica.it/mol_mese/mol_mese_2001/05_Cicloossigenasi/Cicloossigenasi_1_it_a.html)>, 2001.
- G.N Henderson, *Aspirin Foundation*. <<http://www.aspirin-foundation.com/index.html>>, 2006.
- Alessandro Locati, *Efedrina/ Caffèina/ Aspirina®*. <<http://www.abodybuilding.com/eca.htm>>, 1997, agg. 2006.
- Silvia Marsoni, *Anche l'aspirina per combattere il cancro*. <[http://www.corriere.it/sportello-cancro/articoli/2003/12\\_Dicembre/05/cox\\_2.shtml](http://www.corriere.it/sportello-cancro/articoli/2003/12_Dicembre/05/cox_2.shtml)>, 2003.
- Tamar Nordenberg, *An Aspirin a Day' -- Just Another Cliché?* <[http://www.fda.gov/fdac/features/1999/299\\_asp.html](http://www.fda.gov/fdac/features/1999/299_asp.html)>, 1999, agg. 2000.
- Il Pensiero Scientifico Editore, *Aspirina, efficace nel prevenire il tumore esofageo*. <[http://it.health.yahoo.net/c\\_news.asp?id=13563&txtsearch=ASPIRINA#09/11/05%20-%20Aspirina,%20efficace%20nel%20prevenire%20il%20tumore%20esofageo](http://it.health.yahoo.net/c_news.asp?id=13563&txtsearch=ASPIRINA#09/11/05%20-%20Aspirina,%20efficace%20nel%20prevenire%20il%20tumore%20esofageo)>, 2005.
- Max-Plank-Institut für Physik, *Chemie*. <<http://www.mpi-pks-dresden.mpg.de/mpi-doc/quantumchemistry/ChemieAlltag/Aspirin/aspirin.jpeg>>, 2006.
- Scuola Interateneo di Specializzazione per la formazione degli insegnanti della scuola secondaria (SIS), *Aspirina*. <<http://www.minerva.unito.it/Storia/aspirina/Aspirina.html>>, 2006.
- Wikipedia project, *L'acido salicilico*. <[http://it.wikipedia.org/wiki/Acido\\_salicilico](http://it.wikipedia.org/wiki/Acido_salicilico)>, 2006.
- Wikipedia project, *L'Aspirina*. <<http://it.wikipedia.org/wiki/Aspirina>>, 2006.